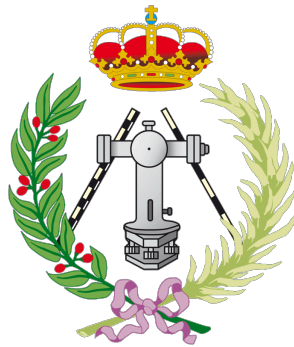


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS EN TOPOGRAFÍA,
GEODESIA Y CARTOGRAFÍA
MÁSTER EN INGENIERÍA GEODÉSICA Y CARTOGRAFÍA

TRABAJO FIN DE MÁSTER



Crowdsourcing de información geográfica: proyectos
Open Source y desarrollo de una plataforma móvil
para mantenimiento de infraestructura urbana

Alumno:

José Pablo Gómez Barrón Sierra

Tutores:

Miguel Ángel Manso Callejo

Ramón Pablo Alcarria Garrido

Madrid, Julio de 2014

A mis padres Javier Gómez O. y Gabriela Barrón S. por estar siempre motivándome a ser una mejor persona, por su amor y apoyo incondicional,

A mis tutores Miguel Ángel Manso y Ramón Alcarria por su dedicación y enseñanzas durante todos los cursos,

Y a mis compañeros del Máster por su amistad y las buenas experiencias vividas en Madrid

Gracias totales

«...Por si mismo, nada «allá afuera» tiene definición alguna sin alguien que lo perciba. Cuando los científicos aseguran haber descifrado la mecánica de la visión, no han hecho otra cosa que hallar un mapa, que no debe confundirse con la realidad. Un mapa de Tahití no tiene ningún sentido mientras no sepamos que, supuestamente, se ajusta a cierta isla cuyas montañas, costas y ríos han sido experimentados por seres humanos. En el mapa no ponemos las corrientes de aire ni los buenos sitios para anidar que llamarían la atención de los pájaros, aunque forman parte de la Tahití real tanto como las características que nosotros buscamos...»

Deepak Chopra, Vida sin condiciones

RESUMEN

El presente trabajo se centra en la investigación del modelo de *crowdsourcing* y su relación con la Información Geográfica Voluntaria y otras actividades participativas para la creación de conocimiento geográfico de forma colaborativa.

Primero se expone una introducción al concepto y distintos ámbitos de aplicación y uso en la adquisición, visualización y análisis de datos geográficos, presentándose las herramientas, tecnologías web y móviles que han hecho posible su implementación. Después se hace una breve revisión de algunas plataformas de código abierto que faciliten la creación de contenido geolocalizado por el usuario y proporcionen funcionalidades para el análisis básico y manipulación de información mediante la implementación de estrategias de *crowdsourcing*.

En los apartados siguientes, se hace un breve análisis de requisitos para el caso de uso específico de una aplicación móvil de *crowdsourcing* para el mantenimiento urbano, sirviendo este, como base en el desarrollo de una plataforma Web-móvil que facilite la gestión de este tipo de infraestructura. El diseño de la plataforma propuesta permite consultar y actualizar información por medio de etiquetas *NFC* (*Near Field Communications* o comunicación de campo cercano) utilizadas en el mobiliario urbano inventariado y empleando dispositivos inteligentes habilitados con la misma tecnología y conexión a Internet, para dar seguimiento y reportar el estado de la infraestructura. También, es posible generar reportes geolocalizados sobre problemas en instalaciones urbanas no inventariadas, así como crear eventos geolocalizados que convoquen a tareas participativas para la mejora de la ciudad. Además, integra entradas de conversación de redes sociales para contribuir a la participación activa de los ciudadanos en la vigilancia y mantenimiento urbano. Por último, el trabajo presenta algunas conclusiones y líneas futuras.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	9
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3. ALCANCE DEL TRABAJO Y MOTIVACIÓN	10
4. CROWDSOURCING DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y AMBITOS DE APLICACIÓN	12
4.1. CROWDSOURCING Y SU POTENCIAL PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	12
4.2. CROWDSOURCING Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN	19
4.3. CROWDSOURCING COMO HERRAMIENTA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y PLANEACIÓN TERRITORIAL.....	22
4.4. SENSORES HUMANOS, CIUDADANOS COMO BASES DE DATOS Y CROWDSOURCING ..	26
4.5. SMART CITIES Y CROWDSOURCING	28
4.6. CIENCIA CIUDADANA Y CROWDSOURCING	30
4.7. CROWDSOURCING E INVESTIGACIÓN SOCIAL Y DEL MEDIO AMBIENTE	32
4.8. MEDIOS DE COMUNICACIÓN SOCIALES Y CROWDSOURCING	33
4.9. CARTOGRAFÍA O MAPEO DE CRISIS Y CROWDSOURCING	35
4.10. CROWDSOURCING Y LA CALIDAD DE LOS DATOS.....	37
5. PLATAFORMAS DE CÓDIGO ABIERTO PARA PROYECTOS DE CROWDSOURCING DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	40
5.1. USHAHIDI.....	40
5.2. SHAREABOUTS	47
5.3. TIDEPOOLS	52
6. ANÁLISIS DE REQUISITOS DE UNA APLICACIÓN MÓVIL DE CROWDSOURCING PARA EL MANTENIMIENTO URBANO	56
7. DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA DE CROWDSOURCING MÓVIL PARA EL MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA URBANA	59
7.1. DISEÑO DE LA PLATAFORMA	61

7.2. IMPLEMENTACIÓN DE LA PLATAFORMA	63
7.2.1. Arquitectura.....	64
7.2.2. Modelado de datos de «Urban SmartObjects»	66
7.2.3. Flujo de datos	67
8. CONCLUSIONES.....	73
9. LINEAS FUTURAS	76
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Internet en tiempo real. Ejemplo, en 60 segundos 1 354 440 GB de datos fueron transferidos en Internet.	3
Ilustración 2. Niveles de participación y compromiso en proyectos de ciencia ciudadana (Haklay, 2013)	4
Ilustración 3. Ciencia posnormal y gestión de información geográfica.	8
Ilustración 4. «Infoamazonia» ofrece noticias e informes de la región amazónica en peligro al menor tiempo posible. Es una red de organizaciones y periodistas que realizan actualizaciones acerca de los nueve países de la selva	16
Ilustración 5. Mapa de «Waze» con información de tráfico en tiempo real.....	19
Ilustración 6. Concepto de <i>crowdsourcing</i> para la resolución de problemas (<i>ibíd.</i>).....	23
Ilustración 7. Fixmystreet.com - ejemplo de reporte ciudadano.....	30
Ilustración 8. Whale chart, mapa de Maury Matthew Fontaine utilizando ciencia ciudadana	31
Ilustración 9. «Flickr» cuenta con más de 3 millones de fotos geotiquetadas producidas voluntariamente.	33
Ilustración 10. Ejemplo de proyecto de mapeo en crisis utilizando «Ushahidi».....	37
Ilustración 11. Componentes del sistema - Ushahidi	41
Ilustración 12. Extensiones PHP - Ushahidi.....	42
Ilustración 13. Estructura general de la plataforma – Ushahidi.....	43
Ilustración 14. Sección de Administración y sus subsecciones - Ushahidi.....	43
Ilustración 15. Sección Configuración y sus subsecciones - Ushahidi	44
Ilustración 16. Sección Administrar y sus subsecciones - Ushahidi	44
Ilustración 17. Sección Usuarios y sus subsecciones – Ushahidi.....	45
Ilustración 18. Estructura de la interfaz del usuario - Ushahidi	45
Ilustración 19. Ejemplo de la vista principal de la plataforma Ushahidi resaltando algunas de sus secciones.....	46
Ilustración 20. Creación de un nuevo reporte - Ushahidi	46
Ilustración 21. Secciones de la plataforma «Shareabouts»	50
Ilustración 22. Ejemplo de la plataforma «Shareabouts» donde se identifica el botón para crear un nuevo lugar	51
Ilustración 23. Ejemplo de formulario para ingresar un lugar y su descripción en «Shareabouts»	51
Ilustración 24. Secciones de la plataforma «Tidepools».....	55
Ilustración 25. Ejemplo de formulario para ingresar un tipo específico de lugar y su descripción en «Tidepools».....	55
Ilustración 26. Ejemplo de estructura que integra una etiqueta NFC en el mobiliario urbano.	60
Ilustración 27. Módulos de la plataforma	63
Ilustración 28. Arquitectura de la plataforma	65
Ilustración 29. Diagrama UML para la gestión de «Urban SmartObjects»	66
Ilustración 30. Diagrama de procesos de la plataforma.....	67
Ilustración 31. Formulario de consulta del inventario de «Urban SmartObjetc».....	69
Ilustración 32. Formulario para reporte de «Urban SmartObjetc».....	69
Ilustración 33. Sección «Home»	70

Ilustración 34. Formularios «GeoReports» y «Community events»	71
Ilustración 35. Sección «Talk»	71
Ilustración 36. Sección «Map»	72
Ilustración 37. Conexión directa a la función «Urban SmartObjets»	72

GLOSARIO DE ABREVIACIONES

API	Application Programming Interface
CSS	Cascading Style Sheets
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
HTML	HyperText Markup Language
IDE	Infraestructura de Datos Espaciales
IGV	Información Geográfica Voluntaria
JSON	JavaScript Object Notation
NFC	Near Filed Communication
NoSQL	Not Only Structured Query Language
PDA	Personal Digital Assistant
PHP	Hypertext Pre-processor
PPGIS	Public Participation Geographical Information Systems
REST	Representational State Transfer
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SMS	Servicios de Mensajes Cortos
SQL	Structured Query Language
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicación
TIG	Tecnologías de la Información Geográfica
VGI	Volunteered Geographic Information
WMS	Web Map Service

1. INTRODUCCIÓN

El uso de la información geográfica y el acceso a cartografía digital en Internet han impactado positivamente en el progreso de la economía mundial y el bienestar de las personas, mejorando la toma de decisiones en actividades económicas, servicios gubernamentales, respuesta ante crisis ambientales y humanitarias y la investigación científica por mencionar algunos ejemplos. Aproximadamente un 80% de los datos gestionados en una organización tienen un denominador común: la ubicación geográfica como atributo (Franklin, 1992).

Las personas están accediendo y utilizando cada vez más información geográfica en mapas digitales y servicios basados en localización (geoservicios). En las cinco mayores economías de Europa el 50% de los usuarios de Internet utilizan mapas en línea y el 35% de los usuarios de teléfonos inteligentes lo hacen desde sus dispositivos móviles, siendo el crecimiento en el uso de mapas por esta vía siete veces más rápido que en la Web clásica¹. A parte del uso regular de los geoservicios, un amplio rango de aplicaciones y sistemas se han desarrollado y se implementan a diario, diseñados para utilizar los geoservicios típicos en formas innovadoras (Oxera, 2013). Como se presentará en este trabajo, las herramientas y modelos de *crowdsourcing* de información geográfica son un ejemplo de uso de tecnologías de la información y geoservicios para generar datos y finalmente conocimiento por medio de distintos niveles de participación de las personas.

La situación actual del uso de Internet y telefonía móvil ha sido clave para desarrollar estrategias de *crowdsourcing*, conectando a las personas digitalmente y facilitando su colaboración. En cuanto a la telefonía móvil, en un estudio presentado por *Ericsson*², se estima que a finales del 2013 se alcanzaron al alrededor de 6.7 mil millones de subscripciones a telefonía móvil, sin embargo,

¹ Comscore (2012), "EU5 Map Usage via smartphone growing 7× faster than classic web", <http://www.comscore.com/Insights/Press-Releases/2012/5/EU5-Map-Usage-via-Smartphone-Growing>

² Ericsson (Febrero 2104), "Ericsson Mobility Report", <http://www.ericsson.com/ericsson-mobility-report>

muchas personas tienen más de una suscripción al usar varios dispositivos, por lo que sólo existen alrededor de 4.5 mil millones de usuarios únicos de telefonía móvil. En el mismo estudio, diferenciando las suscripciones de banda ancha móvil, para finales del 2013 se estima que había más de 2 mil millones de conexiones y para finales del 2019 habrá más de 8 mil millones.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones presenta estimaciones similares, con 2.3 mil millones de suscripciones a Internet de banda ancha móvil para el final del 2014, esperándose que el 55% de las suscripciones provenga de países en vías de desarrollo. También menciona que las suscripciones mundiales a telefonía móvil celular se están acercando a la cifra de población mundial, con un alcancé del 96% para finales de este año. Respecto a la disponibilidad de Internet, para el final del 2014 habrá casi 3 mil millones (40% de la población mundial) de usuarios, dos terceras partes provenientes de países en desarrollo (ITU, 2014).

El panorama antes descrito ha facilitado una producción constante y masiva de datos generados por los usuarios de esta tecnología por medio de mensajes de texto, correos electrónicos, blogs, vídeo, audio y el uso de redes sociales. La información y localización explícita o implícitamente geográfica y producida activa o pasivamente por los usuarios, presenta oportunidades y retos en su obtención y explotación de manera innovadora para la generación de productos y servicios útiles y valiosos. *Crowdsourcing* es una herramienta dentro de un sistema complejo para manejar esta fuente de datos.

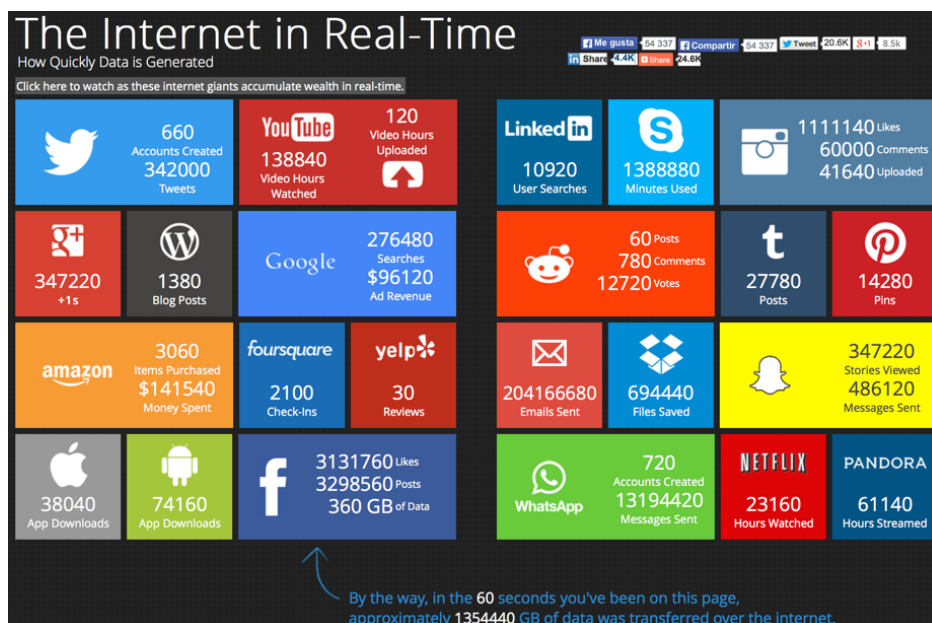


Ilustración 1. Internet en tiempo real. Ejemplo, en 60 segundos 1 354 440 GB de datos fueron transferidos en Internet.

De manera general, *crowdsourcing* es el proceso de conectar con grandes grupos de personas por medio de Internet para obtener conocimiento, experiencia, tiempo o recursos. Este modelo es una vía para resolver problemas y producir cosas por medio de conectar en la Web a personas con intereses, objetivos, habilidades, etc. semejantes que de otra manera sería difícil su colaboración de forma distribuida³.

En este documento se hizo una breve revisión sobre los conceptos de *crowdsourcing*, Información Geográfica Voluntaria (IGV) y un acercamiento a la ciencia ciudadana de carácter geográfico como actividades participativas, conceptos que se traslapan al ser difícil delinear claramente sus fronteras. En las tareas de *crowdsourcing* limitadas al proceso de obtener datos de varios colaboradores entre el público general, el nivel de participación cognitiva de los participantes generalmente es bajo, el foco está puesto en los datos concretos y en las herramientas y recursos tecnológicos utilizados como pueden ser los sensores. Lo

³ "Crowdsourcing and Crowdfunding Explained", Crowdsourcing.org

anterior sin un amplio entendimiento del funcionamiento de la realidad por parte de las personas. En la mayoría de los proyectos de IGV existentes, los datos se obtienen mediante *crowdsourcing*, sin embargo se busca una mayor interpretación de los datos y los participantes entienden y dan forma a la realidad de manera inclusiva a partir de los intereses, contexto social y cultural de un determinado proyecto y de las personas que forman parte de él. De igual forma, el proceso de *crowdsourcing* se puede enfocar más en la generación de conocimiento científico participativo, en donde el nivel de implicación de los participantes es mucho mayor en la definición de los intereses y objetivos del proyecto, así como en el análisis de los datos posterior a la recolección.

Con el objetivo de contextualizar el concepto de *crowdsourcing* dentro de la actividad de generación de conocimiento de manera colaborativa se hace uso del marco propuesto por Haklay (2013), en el cual se clasifica el nivel de participación e implicación o compromiso de los participantes en la actividad de ciencia ciudadana.

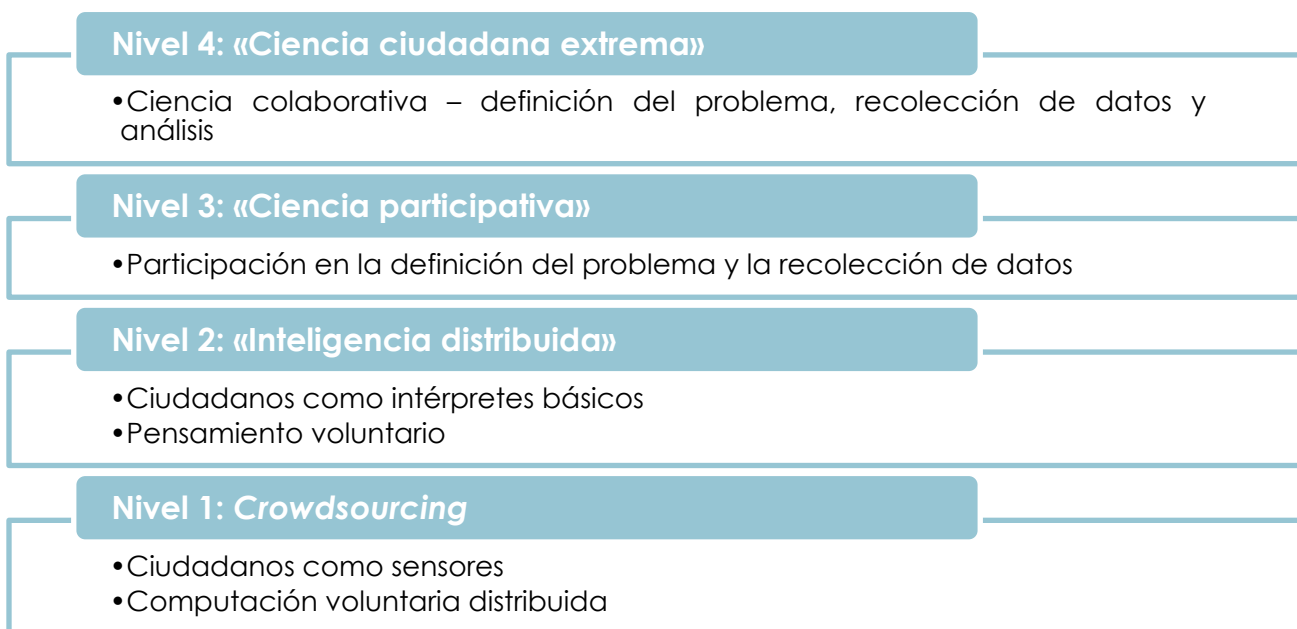


Ilustración 2. Niveles de participación y compromiso en proyectos de ciencia ciudadana (Haklay, 2013)

En el nivel más básico, la participación se limita a proveer recursos y el uso de las habilidades cognitivas es mínimo. Dentro de este nivel se encuentra la computación voluntaria distribuida y los ciudadanos como sensores, en los que las personas de manera pasiva o sin mucha manipulación, cargan algún sensor para la captura de datos contextuales y su localización geográfica, de tal forma que el investigador posteriormente los incorpora al proyecto. En general este nivel puede ser definido como *crowdsourcing* y no se aprovecha totalmente la disposición de los participantes, desperdiciando sus habilidades cognitivas (Haklay, 2013).

En un segundo nivel se encuentra la «inteligencia distribuida», en el que las habilidades cognitivas de los participantes es el principal recurso del que se hace uso. Muchas veces se les ofrece un entrenamiento básico a los participantes para recolectar datos y realizar simples actividades de interpretación. Pensamiento distribuido voluntario y ciudadanos como interpretadores básicos de los datos son parte de este nivel. Es necesario estar alerta para apoyar el aprendizaje más allá de la formación inicial y atender las dudas o preguntas que los voluntarios tengan durante su trabajo ya que aportan información valiosa al proyecto (*ibíd.*).

En el siguiente nivel, especialmente relevante para la «ciencia comunitaria», la definición del problema la realizan los participantes. La motivación surge de los problemas o necesidades de información particulares, de tal forma que el método de la recolección de los datos se diseña consultando a científicos profesionales y expertos. Los participantes están encargados de la adquisición de los datos, pero para el análisis e interpretación de los resultados se requiere la asistencia de expertos. Por ejemplo, el manejo de variables fisicoquímicas para la creación de modelos ambientales específicos. En algunos casos al convertirse un participante en experto, se sugieren nuevas preguntas de investigación que pueden ser exploradas con los datos recolectados (*ibíd.*).

El último nivel presenta una ciencia colaborativa como actividad completamente integrada donde científicos profesionales y no profesionales están involucrados en decidir los problemas en los que trabajar y la naturaleza de los datos a recolectar, por lo que es válido y responde a las necesidades de los protocolos científicos, mientras que se ajustan a las motivaciones e intereses de los ciudadanos. Los participantes pueden escoger su nivel de compromiso y pueden implicarse, potencialmente, en el análisis, publicación o utilización de los resultados. Esta forma de ciencia ciudadana puede ser llamada «Ciencia Ciudadana Extrema» y requiere que los científicos actúen tanto de facilitadores como de expertos. Este modo de ciencia también abre la posibilidad de una ciencia ciudadana sin la implicación de científicos profesionales, en donde el proceso completo se lleva a cabo por los ciudadanos para obtener una meta específica (*ibíd.*).

Esta tipología de participación puede ser utilizada en toda la gama de actividades de ciencia ciudadana (incluyendo las plataformas informáticas utilizadas) y los proyectos no suelen ser clasificados en una sola categoría (*ibíd.*).

La clasificación puede ser útil para identificar las relaciones de poder existentes dentro de los procesos sociales que se llevan a cabo sobre el territorio, como la planificación urbana o regional y la cartografía o SIG participativos en donde se busque involucrar diferentes niveles de contribución voluntaria en el manejo de información geográfica. También, permite reconocer la relación existente entre gobiernos, profesionales, investigadores y científicos profesionales y el público en general, respecto a las restricciones de manejo y análisis de los datos y a la definición de los problemas de interés a investigar. Al utilizar o diseñar plataformas informáticas que permitan la obtención de IGV por medio de *crowdsourcing*, es importante analizar las funcionalidades que presentan y si facilitan la implementación de niveles más altos de participación ciudadana. Ver si la aplicación permite no solo la recolección de datos pasiva o activa, sino también, si

habilita diferentes posibilidades de interpretación básica o el análisis más detallado de los datos por parte de los colaboradores, así como la flexibilidad para la definición de nuevos problemas, sugerir preguntas de investigación o información a manejar, siguiendo el dinamismo del proyecto, sus objetivos y nuevos descubrimientos.

Parece interesante trabajar en el diseño de plataformas más evolucionadas de *crowdsourcing* de información geográfica que faciliten la integración de los ciudadanos en la generación de conocimiento científico junto con la participación de investigadores profesionales, como sin ellos. Los desafíos que afrontamos actualmente, que involucran factores inciertos, riesgos altos y decisiones urgentes como los problemas ambientales y climáticos, riesgos naturales, manejo de recursos naturales y conflictos de desigualdad social entre otros, hacen necesario el desarrollo de nuevas prácticas de actividad científica. El dinamismo y complejidad de las problemáticas actuales obliga a concebir una ciencia posnormal basada en la impredecibilidad, el control incompleto y el reconocer la importancia de una pluralidad de perspectivas legítimas (Funtowicz & Ravetz, 2000) que lleva a la integración del conocimiento local y colectivo. La Información Geográfica Voluntaria y la ciencia ciudadana como actividades de la ciencia posnormal son necesarias para responder a problemas en donde la ciencia aplicada y la consultoría profesional se quedan limitadas al presentar un alto grado de incertidumbre en el sistema y de riesgo en las decisiones.

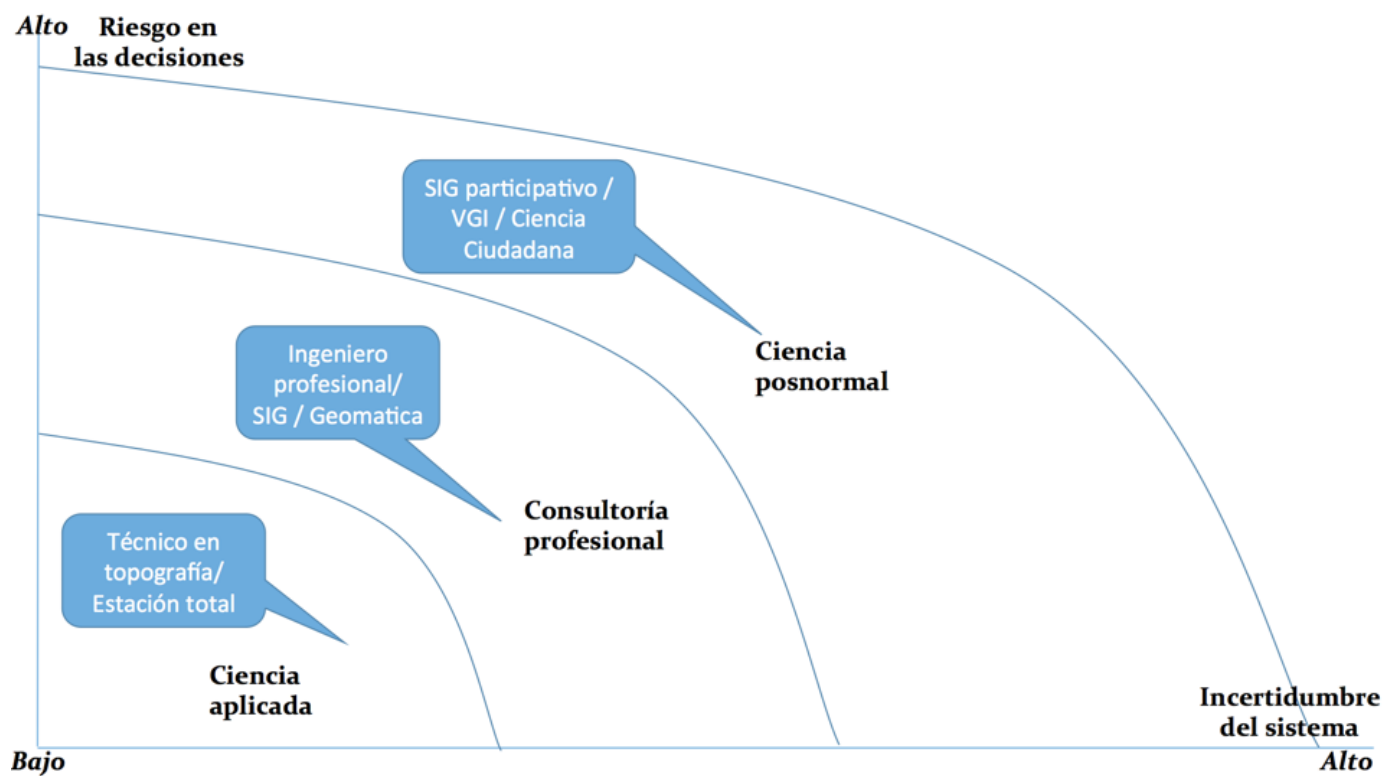


Ilustración 3. Ciencia posnormal y gestión de información geográfica.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Investigar el modelo de *crowdsourcing* en el ámbito de la gestión de la Información Geográfica Voluntaria, sus usos potenciales, las tecnologías involucradas, las principales plataformas libres y de código abierto existentes y su aplicación en el desarrollo de una plataforma Web-móvil.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Presentar en que consiste el modelo de *crowdsourcing* y su uso potencial como estrategia participativa en el campo de la gestión de la información geográfica.
- Examinar algunas de las principales plataformas tecnológicas, servicios y aplicaciones de código abierto para la implementación de proyectos de *crowdsourcing* de información geográfica.
- Diseñar e implementar una plataforma móvil para el mantenimiento de infraestructura urbana mediante un servicio de información basado en el contexto y estrategias de *crowdsourcing*.

3. ALCANCE DEL TRABAJO Y MOTIVACIÓN

Este trabajo no abarca todos los ámbitos de aplicación, ni todas las plataformas existentes de *crowdsourcing* de información geográfica, sino sólo algunos ejemplos de proyectos de *software* libre que parecen interesantes, con buena documentación, de rápida implementación y con casos de uso que demuestren su utilidad y funcionamiento en problemas concretos.

También al tratarse de un ejercicio académico, el objetivo de este trabajo es aprender mediante el diseño e implementación de una aplicación, el panorama de las herramientas tecnológicas para *crowdsourcing* de información geográfica y sus usos, por lo que el producto final presentado no se trata de una plataforma en entorno de producción, sino una primera versión en desarrollo como base para mejoras y pruebas futuras de funcionamiento y usabilidad.

Para el desarrollo de la plataforma no se aplicará ninguna técnica de análisis de requisitos que busque reflejar los requerimientos reales de los posibles usuarios finales, las necesidades han sido pensadas de manera individual por lo que un diseño centrado en el usuario queda pendiente y fuera del alcance de este trabajo. También cabe aclarar que para el funcionamiento de la plataforma propuesta, se debe contar con un inventario previo de mobiliario urbano con etiquetas *NFC* que dispongan de un identificador único. Para la prueba de concepto se trabajó con información simulada en una base de datos, con localizaciones aleatorias y atributos inventados para una zona geográfica determinada, la ciudad de Madrid. Sin embargo, la idea es que la plataforma sea fácilmente configurable, permita centrar el mapa para cualquier ciudad y se consulte y visualice cualquier capa de inventario de infraestructura urbana que siga el mismo modelo de datos propuesto, utilizando la base de datos CartoDB⁴.

⁴ Sitio web de CartoDB, <http://cartodb.com>

Para explicar la motivación del desarrollo de esta plataforma, se presenta el siguiente escenario. Un número creciente de ciudadanos conectados a Internet mediante dispositivos inalámbricos como los teléfonos inteligentes o «smartphones», se encuentran interesados en discutir, identificar y reportar problemas locales. El acceso a los sensores integrados en los dispositivos móviles facilita la recolección de datos y la comunicación entre sistemas. Con el fin de impactar en las dinámicas sociales en ciudades cada vez más conectadas se propone el uso de tecnologías libres y de código abierto para realizar reportes sobre problemas comunes en las calles e infraestructura, y añadir la integración de funcionalidades que permitan el intercambio de información entre ciudadanos y objetos urbanos inteligentes, así como el seguimiento de su estado, todo esto utilizando un enfoque de *crowdsourcing*.

4. CROWDSOURCING DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y ÁMBITOS DE APLICACIÓN

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) se encuentran en crecimiento y evolución continua, particularmente los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han expandido de ser inicialmente aplicaciones de escritorio limitadas a ciertas organizaciones, a permitir el acceso de múltiples usuarios con capacidad de implementar servicios de mapas y datos en la Web disponibles para interactuar con un mayor número de usuarios de forma distribuida. De igual manera, el crecimiento en la generación de información en la Web por parte del usuario junto con las TIC están impactando e impulsando cambios sustanciales en los medios de comunicación y de participación ciudadana. Las aplicaciones SIG en la Web han permitido nuevas formas de adquisición de datos geográficos, lo cual ha llevado a la creación e innovación de nuevos productos y servicios informáticos dirigidos a la sociedad y a la participación pública en su manejo, así como nuevas estrategias y modelos para la gestión de la información geográfica.

En esta primera parte del trabajo se presenta el modelo de *crowdsourcing* como fuente para obtener información geográfica de manera voluntaria, así como algunos ejemplos de su aplicación y potencial en diversas temáticas relacionadas con el ámbito geográfico.

4.1. CROWDSOURCING Y SU POTENCIAL PARA LA OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Uno de los conceptos más difundidos de *crowdsourcing* introducido inicialmente por Howe, generaliza éste modelo como una herramienta moderna para la solución de problemas centrado en la participación masiva, el cual consiste en tomar una tarea normalmente llevada a cabo por un agente asignado (empleado, contratista, etc.) y externalizarla por medio de una llamada abierta a una multitud no definida de personas. El *crowdsourcing* permite que el poder de la multitud realice

lo que antes era de entero dominio de los expertos. Toma los principios del movimiento de código abierto y los aplica a todo el espectro de actividades profesionales. También, el autor menciona los cuatro desarrollos que han creado el ambiente para que sea posible e inevitable el *crowdsourcing*: un renacimiento del amateurismo, la aparición del movimiento de *software* libre, el aumento de la disponibilidad de herramientas tecnológicas de producción y el crecimiento de comunidades autoorganizadas centradas en personas que comparten los mismos intereses (Howe, 2008).

El termino *crowdsourcing* es actualmente utilizado para describir procesos, incluyendo los métodos y técnicas de adquisición de datos y generación de información, que involucra un extenso grupo de usuarios no organizados centralmente y que comparten el contenido que generan de manera distribuida. Se trata de un enfoque relativamente nuevo para la adquisición de conocimiento, la difusión de información, el intercambio de ideas entre expertos y las «masas» o el público general, etc. (Papadopoulou & Giaoutzi, 2014).

Otro concepto más general y simplificado, presenta este modelo como el uso de las capacidades perceptivas y cognitivas de un grupo grande de individuos para resolver un problema (Erickson, 2010).

En realidad el concepto de *crowdsourcing* no cuenta con una definición única y depende del contexto o actividad en la que se aplique, siendo útil en temas tan variados como en el diseño artístico, diseño de productos, marketing, procesos de innovación, planeación, cartografía o investigación científica, entre otros. Básicamente, *crowdsourcing* significa que los datos recolectados por no profesionales, generalmente de manera gratuita y voluntaria, son usados por otras personas tanto expertas en el tema o no, y son incorporados en flujos de trabajo para la adquisición de conocimiento o resolución de problemas.

En el contexto de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), el modelo de *crowdsourcing* tiene una relación directa con el fenómeno conocido como Información Geográfica Voluntaria (IGV). El geógrafo Michael F. Goodchild explorando el mundo del contenido generado por los usuarios en internet, acuñó el término *Volunteered Geographic Information (VGI)* en donde observó la participación generalizada de un gran número de ciudadanos, a menudo con poca formación o cualificación formal, en la creación de información geográfica, una función que durante siglos ha estado reservada a los organismos oficiales. Son personas en gran parte sin entrenamiento, sus acciones son casi siempre de carácter voluntario y los resultados pueden o no ser exactos. Pero de manera colectiva representan una gran innovación que sin duda tiene un profundo impacto en los SIG y en general en la disciplina de la geografía y su relación con el público. La IGV es un caso especial del fenómeno más general en la Web de contenido generado por el usuario (Goodchild, 2007).

La IGV logra una democratización de los datos y una mayor participación ciudadana. El contenido generado por el usuario y en específicamente la IGV han propiciado la creación de iniciativas y habilidades para el manejo de datos geográficos. Ejemplos bien conocidos son «Wikimapia ⁵ », «Tagzania ⁶ », «OpenStreetMap⁷» y una gran cantidad de *mash-ups* en Internet que se basan en la habilidad de superponer datos diversos e información geográfica de diferentes fuentes distribuidas por la Web para producir nueva información y nuevos mapas. Las estrategias de *crowdsourcing* e IGV tienen gran potencial para la gestión de la información geográfica y pueden ser herramientas valiosas en la adquisición y análisis de datos. También en muchos casos ha sido la única forma o más barata, de contar con información cartográfica base antes inexistente. Por ejemplo, los mapas de Corea del Norte y de Abuja la capital de Nigeria, que con la plataforma

⁵ Sitio web de Wikimapia, <http://wikimapia.org>

⁶ Sitio web de Tagzania, <http://www.tagzania.com>

⁷ Sitio web de OpenStreetMap, <http://www.openstreetmap.org>

colaborativa «Google Map Maker⁸» a principios del 2013 iniciaron una campaña para cartografiar la zona. Igualmente su importancia ha sido evidente con plataformas de alerta temprana y ante crisis humanitarias como el terremoto de Haití y el sismo de Chile en el año 2010, el terremoto y tsunami en Japón del año 2011 y el huracán Sandy en el 2012, por mencionar algunos ejemplos.

Crowdsourcing y la IGV han sido claves en temas de democracia participativa como la monitorización de elecciones y conflictos armados. Han incrementado el empoderamiento de la ciudadanía al fortalecer iniciativas de activismo social, vigilancia colaborativa para la mejora de la seguridad y la calidad de vida y periodismo ciudadano o ambiental como el proyecto de «InfoAmazonia⁹». Así, el valor más importante de la IGV puede estar en lo que es posible decir acerca de las actividades o problemáticas locales en diferentes ubicaciones geográficas que pasan desapercibidas por los medios de comunicación tradicionales (*ibíd.*) sumando esfuerzos a su divulgación y conocimiento. También, son aliados en el desarrollo de inteligencia colectiva aplicada en modelos para el desarrollo de ciudades inteligentes («*Smart Cities*») y ciencia ciudadana (*Citizen Science*) entre otras formas de colaboración, vinculación y monitorización por parte de la ciudadanía.

⁸ Sitio web de Google Map Maker, <http://www.google.com/mapmaker>

⁹ Sitio web de InfoAmazonia, <http://infoamazonia.org/>

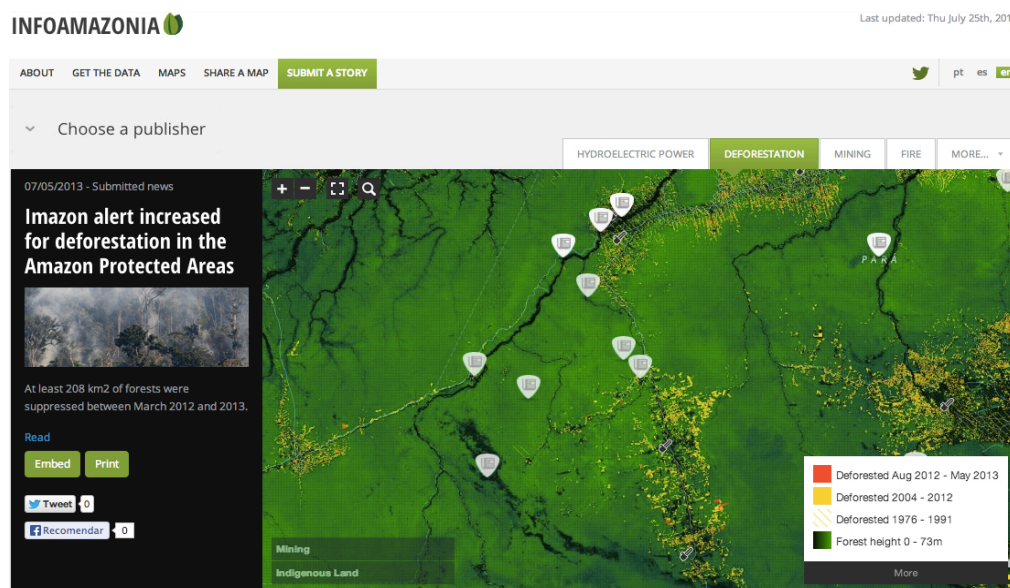


Ilustración 4. «Infoamazonia» ofrece noticias e informes de la región amazónica en peligro al menor tiempo posible. Es una red de organizaciones y periodistas que realizan actualizaciones acerca de los nueve países de la selva

El Comité de Expertos sobre la Gestión Global de la Información Geoespacial (*Committee of Experts on Global Geospatial Information Management*) en el marco de las Naciones Unidas, presenta las tendencias en la gestión de la información geográfica que los expertos ven a 5 y 10 años. Algunas ideas y tendencias en el tema de *crowdsourcing* e Información Geográfica Voluntaria son las siguientes (UN-GGIM, 2013):

- Muchas actividades a cargo de las organizaciones nacionales de cartografía serán realizadas por medio de modelos de *outsourcing* y *crowdsourcing*.
- Los datos obtenidos de *crowdsourcing* llevarán a estas agencias hacia determinados nichos de mercado.
- Los datos procedentes de *crowdsourcing* se integrarán de forma creciente con los datos de los gobiernos en los próximos 5 a 10 años.
- El contenido procedente de *crowdsourcing* disminuirá los costes, mejorará la precisión y aumentará la disponibilidad de información geográfica de gran valor.

- Se combinarán cada vez más las imágenes (satélite y ortofotos) con los datos procedentes de *crowdsourcing* para crear conjuntos de datos que no se podrían haber creado por cuenta propia a un precio asequible.
- Se avanzará hacia una verdadera colaboración al reducirse la brecha entre datos de autoridades en el tema y datos procedentes de *crowdsourcing*.
- Es probable que ya no exista un mercado de bases de datos como las que se venden actualmente para la navegación y servicios basados en localización, éstos podrán ser sustituidos por conjuntos de datos de proyectos de *crowdsourcing* como «OpenStreetMaps» u otras iniciativas similares.
- El contenido generado por los usuarios ha ganado amplia aceptación en muchos aspectos de la vida como fuente de datos. «Wikipedia» quizás ofrece el ejemplo más conocido de confianza, fiabilidad y hasta financiación sostenible. El contenido generado por usuarios continuará con creadores de datos de *crowdsourcing* activos y pasivos que proporcionan una gran cantidad de información georreferenciada, la cual no sería económicamente viable o en algunos casos incluso posible de obtener para los recolectores de datos tradicionales.
- Aparición de «*crowdsourced sensing*» usando teléfonos inteligentes y redes sociales.
- Aumento previsto de los métodos de *crowdsourcing* pasivo, donde los dispositivos que son portados por individuos transmiten información en segundo plano, ofreciendo nuevas oportunidades al sector privado en los próximos años.

- La comunicación global masiva a través de la tecnología móvil ya está abriendo el potencial de *crowdsourcing* pasivo y activo en el enriquecimiento de los datos geográficos.
- Mientras que en algunos países los datos obtenidos de *crowdsourcing* puede ser información añadida a otras fuentes de información geográfica, en otros puede ser un ingrediente esencial para el desarrollo social y económico, en especial en las zonas donde no hay datos o los datos disponibles son limitados.
- La Información Geográfica Voluntaria puede actuar como un mecanismo valioso para fomentar la participación pública, involucrar y empoderar a los ciudadanos.
- Un beneficio adicional de la IGV y del *crowdsourcing* activo, será el utilizarse como una herramienta educativa para la enseñanza del valor de la geoinformación en la vida cotidiana.
- En los países donde fuentes alternativas de información geográfica están bien establecidas y disponibles, la IGV y de *crowdsourcing* es probable que sean una valiosa información adicional, que quedan fuera del alcance de la mayoría de las especificaciones técnicas de productos del gobierno. Esta información tiene el potencial de obtener la visión del ciudadano sobre su territorio, que si se utilizada por los creadores de políticas y tomadores de decisiones, permitirá intervenciones dirigidas, potencialmente más eficaces, y servicios públicos más adaptados a las necesidades de la población.

Un ejemplo de aplicación de IGV tanto activa por la constante comunicación y actualización de los usuarios, como pasiva al estar en segundo plano tomando la localización y velocidad de automóviles por medio de los *GPS* que se dejen

activados por el usuario, es «Waze¹⁰». Se trata de una aplicación social de tráfico y navegación asistido por GPS basados en la comunidad con mayor crecimiento del mundo en este tema. Los conductores de una misma área comparten información del tráfico y de las calles en tiempo real, ahorrando a todos los usuarios, tiempo y dinero en sus viajes diarios. «Waze» es mantenido por los usuarios llamados «Wazers» y aprende de los trayectos recorridos por los mismos para proveer información de enrutamiento y actualizaciones de tráfico en tiempo real.

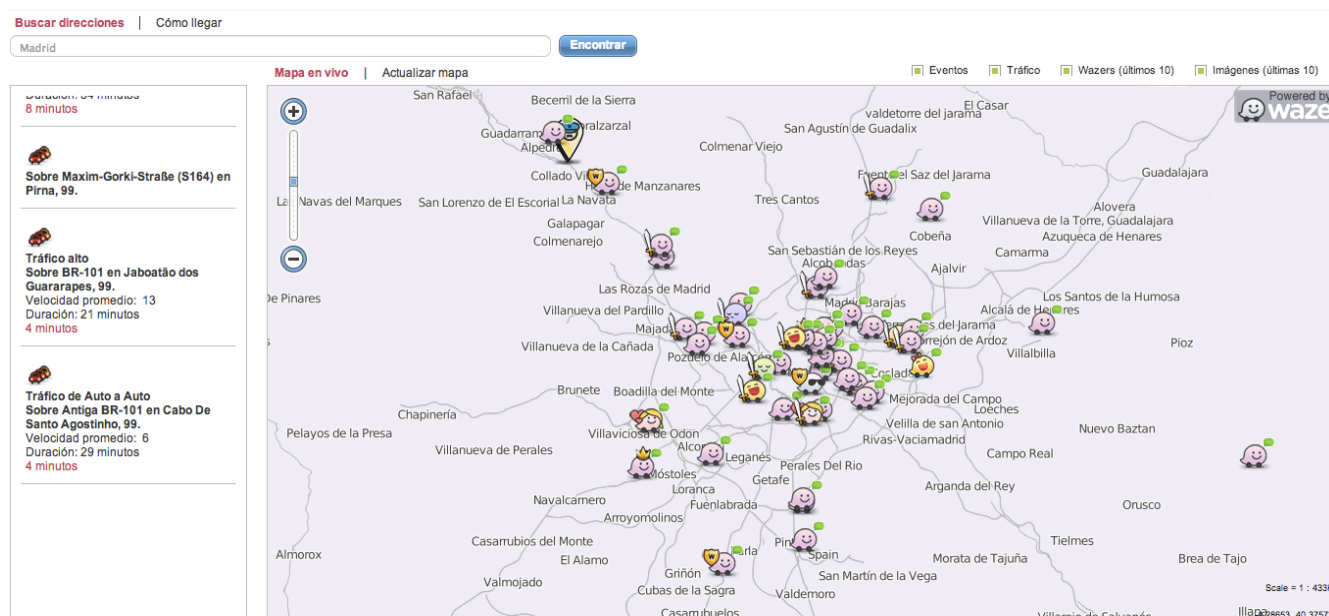


Ilustración 5. Mapa de «Waze» con información de tráfico en tiempo real.

4.2. CROWDSOURCING Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

Para entender mejor el modelo de *crowdsourcing* desde el punto de vista de la Información Geográfica Voluntaria es necesario conocer las tecnologías que lo hacen posible. El funcionamiento de la Web en un inicio disponía de la capacidad para que los usuarios accedieran de manera remota a sitios de Internet por medio de simples interfaces llamadas *browsers* o navegadores. Hasta hace unos años la relación entre el usuario (cliente) y la página web localizada en un servidor era en

¹⁰ Sitio web de Waze, <https://www.waze.com>

un solo sentido. El cliente enviaba una petición al servidor descargándose el contenido principalmente estático. El rol del cliente ha ido evolucionado con el desarrollo de protocolos informáticos que permiten a los usuarios acceder a la información almacenada en el servidor, así como agregar y modificar datos. Con la sofisticación de los protocolos el usuario dejó de ser una parte inactiva para tener la posibilidad de generar contenido con poca o nula moderación del dueño del sitio y pocas restricciones en la naturaleza del contenido, llegando a poder editar, corregir, comentar y valorar el contenido que se encuentre en línea.

El término central de «Web 2.0.» aparece, también llamada «Web Social», entendida como la era de Internet donde el consumidor de datos o usuario se convierte también en productor de datos, catalogándolo como «prosumer», término propuesto por Alvin Toffler en 1980. La IGV es entonces posible gracias a la evolución hacia una «Web 2.0.».

Detrás de la IGV existen también varias tecnologías que hacen manejable de manera rápida y sencilla la obtención de datos geográficos. Iniciando con la tecnología GPS, o los sistemas de navegación global por satélite, GNSS, que junto con un sistema de referencia espacial han hecho posible identificar un lugar por una latitud y longitud o una coordenada X,Y única, permitiendo una medición directa del posicionamiento en la superficie terrestre de una entidad geográfica o evento de interés. Los GPS han permitido la creación de mapas con tan solo caminar, conducir o recorrer un lugar en bicicleta.

También entra en escena la geocodificación o *geocoding* para obtener una referencia espacial indirecta, utilizando identificadores geográficos o un nomenclátor geográfico para reconocer el nombre de una entidad geográfica, dirección o código postal y traducirla en coordenadas. Igualmente otra herramienta, es el geoetiquetado (*geotags*), que consta de un código

estandarizado, el cual puede ser incorporado en los metadatos de la información geográfica de archivos digitales como imágenes, vídeos, sonido, sitios web, etc. y permite georreferenciar el contenido. Otra opción es utilizar las imágenes disponibles por servicios de mapas digitales como «Google Earth¹¹» u otros servicios WMS de cartografía base, para seleccionar o digitalizar visualmente las coordenadas en pantalla de una entidad geográfica. Por último, el manejo de este tipo de información ha sido más eficiente también gracias a los gráficos de alta calidad para poder generar visualizaciones dinámicas o en 3D, así como las comunicaciones de banda ancha, tecnologías significativas que permiten obtener una localización de manera simple, rápida y exacta (Goodchild, *op. cit.*).

En general la integración de recursos en entornos web mediante el uso de *API* y protocolos, la universalización del uso de receptores *GPS* en teléfonos móviles, *PDA* y navegadores, unido al fenómeno social de la «Web 2.0.» ha facilitado implementar estrategias de *crowdsourcing* y de Información Geográfica Voluntaria. Al hablar de estas herramientas y tecnologías, es necesario tener en cuenta la existencia de una brecha tecnológica y digital en algunas regiones o países en desarrollo, en donde el acceso a Internet o la disponibilidad de telefonía móvil puede ser menor, por lo que es necesario analizar la implementación de modelos de *crowdsourcing* que faciliten las condiciones locales particulares (*ibíd.*).

Por último, como también presenta Goodchild, las instituciones de cartografía nacionales reducen cada vez más sus esfuerzos en la producción y actualización de cartografía al no estar dispuestos o en posibilidad de pagar los crecientes costos del levantamiento de datos. La teledetección ha tomado un mayor papel como alternativa para subsanar esa tendencia, sin embargo no es posible detectar u obtener toda la información que es representada tradicionalmente en los mapas, por ejemplo los nombres de los lugares o entidades geográficas. Si las agencias de

¹¹ Sitio web de Google Earth, <https://www.google.com/earth/>

cartografía no proveen una cobertura uniforme de todo el país, entran en juego, de manera importante las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) nacionales para la conjunción de mosaicos de información, por lo que deben de garantizar los estándares y protocolos con los cuales diversos grupos o personas deberán crear las composiciones de coberturas que varían en escala y exactitud según necesidades particulares. Bajo este escenario, la Información Geográfica Voluntaria encaja claramente en el modelo de las IDE nacionales. Varios grupos de individuos trabajando de manera independiente y que responden a las necesidades locales de las comunidades, pueden crear juntos un mosaico de coberturas de una extensión geográfica más amplia. Utilizando un servidor con las herramientas apropiadas, las diferentes piezas del mosaico pueden ser montadas en conjunto, removiendo inconsistencias obvias y distribuyendo la información en la Red. La precisión de cada pieza del mosaico y la frecuencia con que se actualiza, se puede determinar según las necesidades locales (*ibíd.*). De esta manera, las IDE están siendo un núcleo tecnológico base para la gestión e interoperabilidad de distintos proyectos geográficos de *crowdsourcing* de información geográfica.

4.3. CROWDSOURCING COMO HERRAMIENTA DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y PLANEACIÓN TERRITORIAL

Uno de los objetivos clave del *crowdsourcing* es la adquisición de datos para resolver problemas mediante la obtención y síntesis de conocimiento distribuido. La generación de conocimiento involucra un proceso integrado por varias etapas como la recopilación de datos en bruto, procesamiento de datos y producción de información, descubrimiento de conocimiento y síntesis de información, y finalmente la evaluación de la información producida y las soluciones alternativas encontradas. Este proceso debería de resultar en la resolución de problemas y la generación de nuevo conocimiento apropiado para fines de planificación (Papadopoulou & Giaoutzi, *op. cit.*).

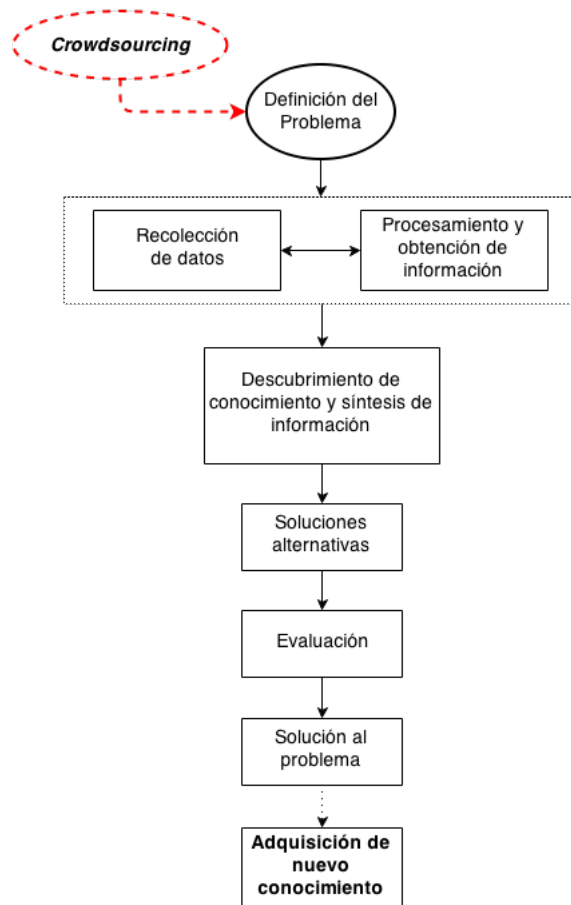


Ilustración 6. Concepto de crowdsourcing para la resolución de problemas (ibíd.).

A partir del año 2007, la mayor parte de la población mundial vive en zonas urbanas. Este crecimiento constante requiere de nuevas y mejores estrategias para involucrar a las comunidades y a los diversos actores interesados en la planificación de obras e infraestructura y en la ordenación del territorio de los centros de población, el uso de Internet y en específico el modelo de *crowdsourcing* provee de herramientas que facilitan la participación ciudadana en estos procesos.

Internet tiene un potencial enorme que permite a los gestores de la planificación urbana aumentar y mejorar las técnicas existentes de participación y poder conectar a los ciudadanos a grandes cantidades de información en forma

interactiva y atractiva. Es responsabilidad de los planificadores crear métodos democráticos, incluyentes y creativos que permitan a las comunidades hacer frente a los problemas y planificar juntos su futuro. El uso de herramientas en Internet sirve para llegar a acuerdos en la planificación y en la coordinación de nuevos desarrollos urbanos, ayuda a los planificadores a ampliar la base de participantes en el proceso y a mejorar los enfoques tradicionales, logrando mayor colaboración y procesos más equitativos. La acción de planificar, no está limitada a comunicaciones individuales con el público general, también involucra trabajar con grupos de interés para identificar problemas y crear consenso, los planificadores necesitan herramientas de uso fácil que permitan la participación de múltiples grupos y faciliten conversaciones reciprocas. También necesitan los medios apropiados para moderar la conversación, al igual que presentar grandes cantidades de datos textuales, visuales y cartográficos (Goodspeed, 2008).

El modelo de *crowdsourcing* se ha integrado en diferentes herramientas web, como un modelo que puede facilitar la planificación del territorio de forma colaborativa, la producción de cartografía y proyectos de carácter geográfico donde el conocimiento de los ciudadanos es necesario. Está claro que las estrategias de *crowdsourcing* en combinación con tecnologías SIG han sentado las bases para utilizar un enfoque alternativo en la ordenación del territorio, donde la generación y manejo de los datos geográficos (mapas, etc.) se da a través de la Web mediante voluntarios que contribuyen en todo el proceso. Simultáneamente, mapas y datos geográficos pueden ser aprovechados por los participantes para diversos propósitos dentro de las tareas para la resolución de problemas, por lo que todo el proceso se ve facilitado y enriqueciendo. Nuevos avances en aplicaciones de SIG Público Participativo (*PPGIS*, por sus siglas en inglés) incluyen mapas publicados sobre planificación ambiental y territorial en sitios web de diversas organizaciones, implementación de software SIG dinámicos y con datos en tiempo real que

permiten a los usuarios estar en contacto e interactuar con información geográfica, cartografía en Internet para propósitos de planificación, sistemas de participación pública basados en Internet, distribución de información y por último funcionalidades para permitir a los ciudadanos la creación de escenarios y sugerir alternativas (Papadopoulou & Giaoutzi, *op.cit.*).

Existen muchos casos de éxito en los que se hace uso de herramientas basadas en estrategias de *crowdsourcing* de información geográfica de manera innovadora en los procesos de planificación. En un estudio de investigación se implementó un foro de discusión basado en mapas digitales que permiten a usuarios en Internet enviar comentarios geolocalizados y responder a las contribuciones de otros participantes. En dicho estudio las referencias geográficas obtenidas fueron utilizadas en el debate de un plan maestro para un campus universitario y se simuló ese debate en el foro haciendo uso de su componente geográfico. Como resultado de esta investigación se demostró como el mapa en línea proporciona un panorama general de la situación y puntos geográficos críticos del debate, así como su uso para entender los procesos de pensamiento espacial de los participantes (Rinner, Keßler, & Andrulis, 2008).

De igual forma la plataforma «Shareabouts¹²» creada por la empresa Openplans¹³, se ha utilizado para obtener información del público en general por medio de *crowdsourcing*, recogiendo propuestas de sitios localizados geográficamente por los ciudadanos y usadas especialmente para la planificación en temas de movilidad, manejo de presupuesto público de forma participativa y cartografía para la respuesta ante eventos adversos. De manera específica, la ciudad de Cincinnati utilizó esta plataforma como herramienta de planificación dentro de un estudio de factibilidad para un sistema de alquiler de bicicletas. Los datos

¹² Sitio web de Shareabouts , <http://openplans.org/work/shareabouts/>

¹³ Sitio web de OpenPlans, <http://openplans.org/>

obtenidos de las ubicaciones sugeridas por los ciudadanos jugaron un papel significativo para determinar la localización de los estacionamientos para bicicletas finales¹⁴.

4.4. SENSORES HUMANOS, CIUDADANOS COMO BASES DE DATOS Y CROWDSOURCING

En los trabajos de investigación realizados por el geógrafo Goodchild, se distinguen tres tipos de redes de sensores. La primera incluye las redes estáticas de sensores inertes, designados para obtener mediciones específicas del ambiente local. La segunda categoría corresponde a sensores que son llevados o transportados por humanos, vehículos o animales. Por último, el tercer tipo corresponde a las redes de sensores compuestas por los mismos humanos, cada uno equipado con cinco sentidos e inteligencia para compilar e interpretar lo que perciben o detectan y con libertad de movimiento por la superficie terrestre. La red de sensores humanos tiene componentes de inteligencia para la síntesis e interpretación local de información, por lo que son de uso efectivo para la obtención de IGV, utilizando las TIC actuales y las características de la «Web 2.0.» (Goodchild, *op. cit.*).

Los usuarios como proveedores de datos, tiene diversos enfoques individuales que varían desde acciones consientes del usuario (voluntarias) hasta modos de interactuar más pasivos. La información geográfica adquirida por el usuario consiste en una combinación de datos de sensores, como pueden ser las coordenadas de un GPS, pero también, información semántica añadida por ellos mismos, como por ejemplo la descripción y características de un lugar.

Las bases de datos son adecuadas para recolectar e interpretar datos de los sensores, sin embargo la gestión y el uso de información semántica añadida por el usuario aún no cuenta con capacidades muy avanzadas. Por lo tanto, el

¹⁴ City of Cincinnati, visto el 10 de Junio de 2014, <http://www.cincinnati-oh.gov/bikes/news/study-recommends-35-bike-share-stations/>

verdadero reto es adquirir información semántica añadida por los usuarios, la cual puede ser redundante algunas veces, y también desarrollar nuevos procesos para la inferencia de información a partir de esos datos ricos semánticamente (Richter & Winter, 2011).

Entonces, las estrategias de *crowdsourcing* parecen ser ideales para obtener información semántica generada por los cuidados, más que simples datos obtenidos mediante el uso de sensores.

En el dominio geográfico, las personas no solo proveen su localización y las rutas que puedan seguir, sino también la descripción de su experiencia local que puede ser accesible a otras personas para la toma de decisiones. La experiencia local de las personas se puede capturar en la idea del urbanista Kevin Lynch de la «imagen de la ciudad», entendida como una conceptualización mental de las personas sobre el ambiente en el que viven y como conciben su estructura social. Los ciudadanos conservan su «imagen de la ciudad» todo el tiempo en su cabeza: considerándose entonces al «ciudadano como una base datos» (*citizen as a database*). Si esta información pudiera ser externalizada, de repente todo el mundo podría beneficiarse de nuestras experiencias individuales. Parte de esta información ya se encuentra disponible, pero de manera fragmentada, distribuida y algunas veces solo deducible implícitamente. Se encuentra dispersa en varios recursos de la Web como valoraciones de restaurantes, colección de fotografías o datos en diversas redes sociales. Si fuera posible la recolección de cada «imagen de la ciudad» individual en un forma electrónica integral de manera comprensiva y representarla en una estructura de datos común, abriría mayores y nuevas oportunidades para la creación de servicios basados en localización y en la comunicación humano-máquina (*ibíd.*).

Esta interacción de la captura de datos de sensores e información semántica y de las experiencias individuales a través de métodos de *crowdsourcing* es resumida con el término de «ubicuidad consciente» (*conscious ubiquity*). La obtención de datos de estas imágenes requiere un balance entre ubicuidad del servicio y una correcta interacción humano-computadora. La comunicación entre los usuarios y los dispositivos debe ser lo más natural y menos intrusiva posible (*ibíd.*).

En resumen, las tecnologías para la obtención voluntaria de la concepción particular de un individuo sobre el entorno donde vive, necesitan ser lo suficiente inteligentes para recolectar las observaciones de los sensores, proveer una interfaz adecuada para obtener la información semántica, informar al usuario como respuesta a una petición y bajo situaciones críticas, contribuir en la obtención de observaciones en una plataforma de gestión de contenido e integrar estas observaciones en su base de datos. Esta interacción entre la inteligencia humana, tecnología eficiente y autonomía, lleva a la «ubicuidad consciente» para la adquisición de datos y en última instancia a un «ciudadano como base de datos» (*ibíd.*).

4.5. SMART CITIES Y CROWDSOURCING

Los ciudadanos son los primeros interesados en que el lugar en el que habitan y desarrollan su proyecto de vida sea idóneo, agradable y seguro, por lo que la tecnología incluyendo herramientas para *crowdsourcing* de información geográfica en el contexto de la creación de «*Smart Cities*», ofrece a los ciudadanos la oportunidad de gestionar su entorno más próximo o de interés local. De igual manera se logra que los ciudadanos estén conectados y en continua colaboración. Los proyectos de *crowdsourcing* permiten que las ciudades aborden con mayor eficiencia diversos retos, que van desde la gestión de infraestructura urbana hasta la gobernanza y la participación ciudadana, y desarrollen estrategias

adecuadas acorde a las necesidades de los ciudadanos involucrados en la gestión de su entorno.

La creciente tendencia en las ciudades para proveer una mejor infraestructura y servicios cada vez más eficientes ha contribuido a la popularidad y uso generalizado del término «*Smart City*», sus definiciones varían desde el uso discreto de nuevas aplicaciones tecnológicas basadas en los conceptos de «Internet de las cosas» y «*Big Data*», hasta una concepción más holística de inteligencia urbana que integra ecosistemas de innovación abierta centrada en el usuario y también servicios generados por el usuario (Trejo-Pulido, 2013).

Muchas iniciativas para crear ciudades más inteligentes están enfocadas principalmente en la tecnología, desarrollando redes de sensores para la recopilación y agregación de los datos, analizarlos y canalizar los resultados a sistemas y tableros de control supervisados por los administradores. Las personas son consideradas sujetos pasivos siendo solo beneficiarios de esas tecnologías. Sin embargo, una visión más social de las ciudades inteligentes propicia que los sistemas ganen inteligencia de los elementos digitales y humanos, las personas se involucren activamente participando en los sistemas y como consecuencia, puedan contribuir y retroalimentar con su conocimiento y experiencia. Esta visión ofrece a los ciudadanos maneras para actuar como participantes de primer nivel, contribuyendo con sus habilidades sensitivas, de análisis y capacidad de respuesta. Se presenta a las personas como sensores móviles, como tomadores de decisiones y como implementadores (Erickson, *op. cit.*), integrando digitalmente, personas, cosas y el ambiente como convergencia de los paradigmas de «*Smart City*» y *crowdsourcing*.

Existen varias razones que dan sentido al *crowdsourcing* de información en contextos urbanos. Primero por la densa concentración de personas al vivir en las

ciudades. Segundo, los habitantes de un territorio desarrollan un profundo conocimiento al vivir, trabajar y socializar en el lugar. Tercero, los habitantes tienen un interés en participar en sistemas que impactan su vida diaria. Finalmente los habitantes de una ciudad o región se identifican y se conocen entre sí, forman redes de amigos y familiares asociadas a comunidades por lo que preexiste una estructura social valiosa (*ibíd.*).

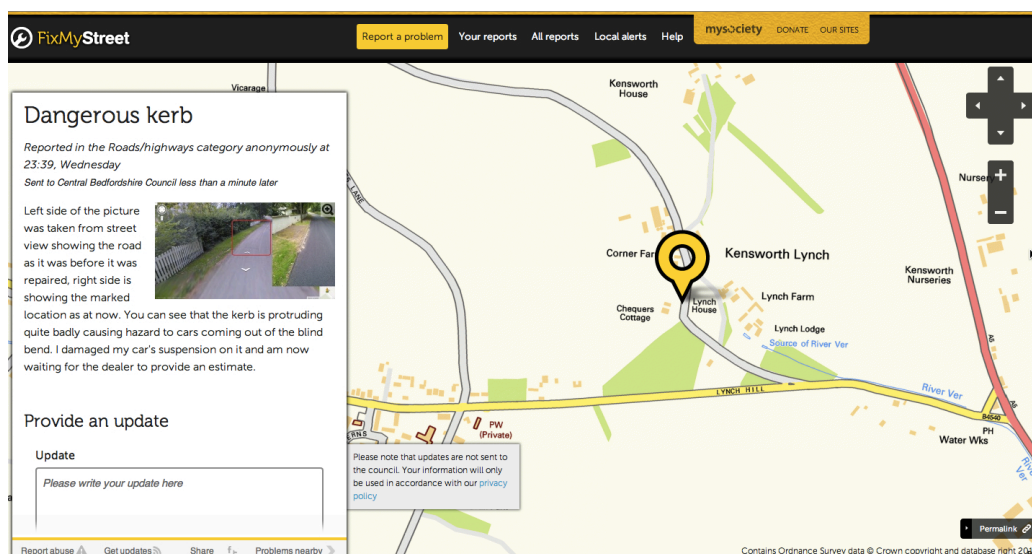


Ilustración 7. Fixmystreet.com¹⁵ - ejemplo de reporte ciudadano

4.6. CIENCIA CIUDADANA Y CROWDSOURCING

El concepto de ciencia ciudadana puede considerarse como una forma de *crowdsourcing* aplicado a actividades científicas, donde los voluntarios (científicos no profesionales) participan en la recolección de datos y en distintos niveles de análisis. Aunque no todos los proyectos de ciencia ciudadana son de carácter geográfico, existe cierta superposición con la IGV si se manejan datos georreferenciados, sin embargo, la ciencia ciudadana se extiende no solo a los datos sino también a apoyar el acceso a las personas a métodos de producción de conocimiento. La ciencia ciudadana es entonces una fuente alternativa de

¹⁵ Plataforma creada en 2007 para facilitar a los ciudadanos de Reino Unido reportar problemas en su área. Desde entonces 200,000 problemas han sido reportados a los ayuntamientos de Reino Unido que utilizan esta plataforma.

conocimiento para la humanidad, tal como el generado por la tradición de culturas indígenas en varios países y el conocimiento obtenido por los programas científicos tradicionales. Aunque es un fenómeno que existe desde hace muchos años (por ejemplo el proyecto «Christmas Bird Count¹⁶» desde 1900 o el mapa sobre avistamientos de ballenas creado en 1851 por Maury Matthew Fontaine mediante las contribuciones de marineros), gracias a las nuevas infraestructuras web, así como a la mayor disponibilidad de equipos GPS y teléfonos móviles, se ha hecho más fácil y popular unirse a este tipo de proyectos. Existen muchos proyectos interesantes como «Solar Stormwatch¹⁷» donde voluntarios pueden detectar tormentas solares y ayudar en el seguimiento de su progreso para facilitar el entendimiento de tormentas potencialmente peligrosas y ayudar a pronosticar su tiempo de llegada a la Tierra. De carácter explícitamente geográfico, particularmente en el uso de imágenes de satélite se puede destacar los proyectos de «Satellite Sentinel Project¹⁸» y «Tomnod¹⁹».

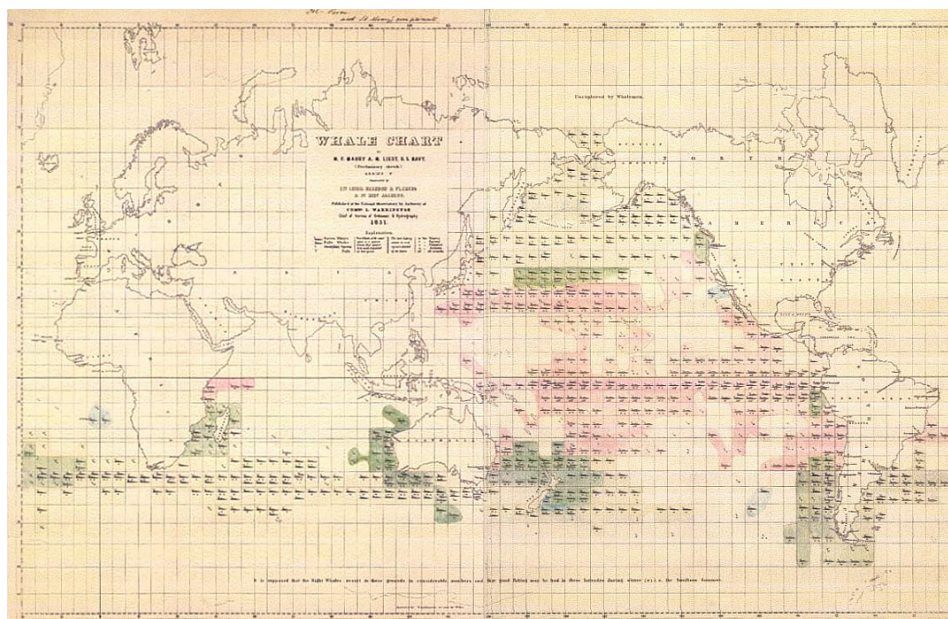


Ilustración 8. Whale chart, mapa de Maury Matthew Fontaine utilizando ciencia ciudadana

¹⁶ Sitio web de Christmas Bird Count, <http://birds.audubon.org/history-christmas-bird-count>

¹⁷ Sitio web de Solar Stormwatch, <http://www.solarstormwatch.com>

¹⁸ Sitio web de Satellite Sentinel Project, <http://www.satsentinel.org>

¹⁹ Sitio web de Tomnod, <http://www.tomnod.com>

4.7. CROWDSOURCING E INVESTIGACIÓN SOCIAL Y DEL MEDIO AMBIENTE

La Información Geográfica Voluntaria tiene el potencial de ser utilizada para responder a preguntas de investigación en ciencias ambientales y sociales, siempre reconociendo las limitaciones que son impuestas en la naturaleza de este tipo de información.

La evolución y los avances en las TIC y herramientas web, en combinación con una población que está cada vez mejor informada e interesada en problemáticas globales, como el consumo de energía o el cambio climático, han propiciado un ambiente en el que las investigaciones científicas pueden verse potencialmente beneficiadas. Cada vez es más común la utilización de grandes conjuntos de datos («*Big Data*») distribuidos que proveen los ciudadanos a través de estrategias de *crowdsourcing* geográfico, por lo que son necesarios marcos de referencia, estándares y modelos para el uso apropiado de esta información, así como nuevos enfoques analíticos que permitan cuantificar la incertidumbre introducida por los errores asociados a este tipo de datos.

Como ejemplo, existen trabajos que han utilizado las coordenadas de fotografías geoetiquetadas para analizar el comportamiento de las personas. A partir de una colección de fotos georreferenciadas en la red social «Flickr²⁰» y usando algoritmos de agrupamiento se ha logrado identificar puntos de interés en una ciudad estudiando el comportamiento de los turistas, el objetivo final es generar un algoritmo para recomendar atracciones y rutas turísticas en base a valores de popularidad de los puntos de interés y a factores de contexto temporal y localización del turista (Van Canneyt, Schockaert, Van Laere, & Dhoedt, 2011).

²⁰ Sitio web de Flickr, <http://flickr.com>



Ilustración 9. «Flickr» cuenta con más de 3 millones de fotos geoetiquetas producidas voluntariamente.

4.8. MEDIOS DE COMUNICACIÓN SOCIALES Y CROWDSOURCING

Los medios de comunicación sociales (*social media* en inglés), se encuentran cada vez más arraigados en nuestra vida diaria. Redes sociales como «Twitter²¹», «Facebook²²» y otro tipo de herramientas digitales están constantemente cambiando nuestros hábitos de comunicación e interacción. Gracias a las nuevas tecnologías, como los teléfonos inteligentes con diversos sensores a bordo (cámaras, micrófonos, sistemas micro electromecánicos, GPS, etc.), es posible adquirir datos y crear nuevos flujos de información basados en la localización y en el contexto. Estas tecnologías en combinación con las redes sociales permiten al usuario crear nueva información de manera voluntaria, conectar y colaborar con una gran comunidad que está en constante crecimiento. Por ejemplo la red social «Twitter», permite compartir e intercambiar información y mensajes cortos de

²¹ Sitio web de Twitter, <http://twitter.com>

²² Sitio web de Facebook, <http://www.facebook.com>

manera pública, también con aplicaciones como «Instagram²³» y «YouTube²⁴» se tiene la posibilidad de poner accesible en Internet fotografías y videos, los datos presentan información sobre el entorno local de los usuarios y es posible clasificarlos en temáticas o un intereses particulares.

A parte de los datos creados y compartidos por los usuarios, también se publican metadatos acerca de la localización geográfica e información temporal, por lo que estos datos son una fuente oportuna de información espacio-temporal para monitorizar e intercambiar información sobre eventos particulares como fenómenos naturales o situaciones de riesgo, para la respuesta antes crisis humanitarias, la distribución de alertas y otras funciones para la gestión de desastres o eventos críticos de seguridad. De igual manera esta información voluntaria almacenada en una base de datos puede ser usada para la minería de datos y crear modelos para extraer información valiosa en estudios sociales, investigación o estrategias comerciales, entre otras posibilidades.

Particularmente por el valor operacional de «Twitter» para la respuesta ante diversas crisis, existen avances en la investigación y creación de algoritmos para la clasificación automática de mensajes e identificación de información relevante durante las situaciones de crisis.

Un ejemplo del análisis de datos producidos en redes sociales fue hecho por el Servicio Meteorológico Nacional de Estados Unidos de América. Durante e inmediatamente después de un tornado en Oklahoma, utilizaron «Twitter» para implementar una estrategia de *crowdsourcing* y obtener reportes generados por los ciudadanos al observar condiciones meteorológicas peligrosas. Después de analizar los resultados de la campaña, quedó en evidencia el valor del uso de las redes sociales en la colaboración cercana entre el gobierno y ciudadanos

²³ Sitio web de Instagram, <http://instagram.com>

²⁴ Sitio web de YouTube,

voluntarios que actuaron como observadores del progreso del tornado. Este medio de comunicación social, permitió conversaciones interactivas y multidireccionales utilizando el modelo de *crowdsourcing* (Chatfield & Brajawidagda, 2014).

4.9. CARTOGRAFÍA O MAPEO DE CRISIS Y CROWDSOURCING

Las tecnologías para la cartografía o mapeo de crisis nacen como herramientas para ayudar a las organizaciones humanitarias a llevar asistencia a víctimas en desastres naturales o conflictos cívicos como violaciones de los derechos humanos, conflictos armados u otro tipo de crisis ambiental, social o política. Su alcance busca incluir tanto ayuda humanitaria operacional, como funcionar de testigo o evidencia para monitorizar y documentar diversos tipos de eventos, conductas o acciones que causen conflictos, daños o violaciones de los derechos de las personas.

Los sistemas para el mapeo de crisis presentan la combinación de al menos tres componentes: colección de datos, visualización y análisis. Elementos existentes en el contexto de mapas interactivos y dinámicos. Aparte de los tres componentes principales, se incluye los mecanismos de respuesta ante la crisis (Meier, 2009).

Estas herramientas utilizan mapas interactivos que permiten la entrada de datos en casi tiempo real y con periodos de actualización muy cortos. Las plataformas para la cartografía de crisis muestran reportes de los testigos presenciales enviados por correo electrónico, mensajes de texto o medios de comunicación sociales. Los reportes o informes son georreferenciados sobre una cartografía base, permitiendo también obtener un registro histórico de datos geográficos de los eventos ocurridos.

Para facilitar la adquisición de datos se utilizan aplicaciones basadas en la Web y generalmente optimizadas para el uso de dispositivos móviles, mapas participativos, imágenes de satélite y reportes de eventos obtenidos por medio de *crowdsourcing*. Se hace uso de Sistemas de Información Geográfica, visualización avanzada de

datos, simulaciones en directo y modelos informáticos y estadísticos para la alerta temprana y la respuesta a emergencias humanitarias complejas. El mapeo de crisis también busca obtener y analizar información significativa a partir de grandes volúmenes de datos («*Big Data*») casi en tiempo real.

También, otro impacto interesante de esta actividad ha sido el aspecto de conectividad social que ha ocasionado, volviéndose muy importante las conversaciones y nuevas redes colaborativas que cataliza el desplegar un proyecto de mapeo de crisis. Gracias al mapeo de crisis se han creado equipos de trabajo voluntarios y a facilitado el organizar la participación en la obtención de datos por la población en general (*ibíd.*), un ejemplo importante de esto es el Equipo Humanitario de OpenStreetMap («H.O.T.» o «Humanitarian OpenStreetMap Team»²⁵) que busca dar respuesta humanitaria y ayudar al desarrollo económico.

También, la Red Internacional de Cartógrafos de Crisis (*International Network of Crisis Mappers*²⁶), es la comunidad más grande y activa de expertos, usuarios, creadores de políticas, tecnólogos, investigadores, periodistas, estudiantes, programadores y voluntarios capacitados que participan en la intersección de intereses entre crisis humanitarias, tecnología, *crowdsourcing* y cartografía.

Ciudadanos y organizaciones se han beneficiado de proyectos como «InSTEDD²⁷», «Sahana ²⁸ », «Ushahidi ²⁹ » o «InfoAmazonia» para adquirir y visualizar datos geográficos durante y después de eventos y situaciones críticas sirviendo de herramientas para mejorar su seguimiento y respuesta.

²⁵ Sitio web de H.O.T., <http://hot.openstreetmap.org/>

²⁶ Sitio web de CrisisMappers, <http://crisismappers.net/>

²⁷ Sitio web de InSTEDD, <http://instedd.org/>

²⁸ Sitio web de Sahana, <http://eden.sahanafoundation.org/>

²⁹ Sitio web de Ushahidi, <http://ushahidi.com/products/ushahidi-platform/>

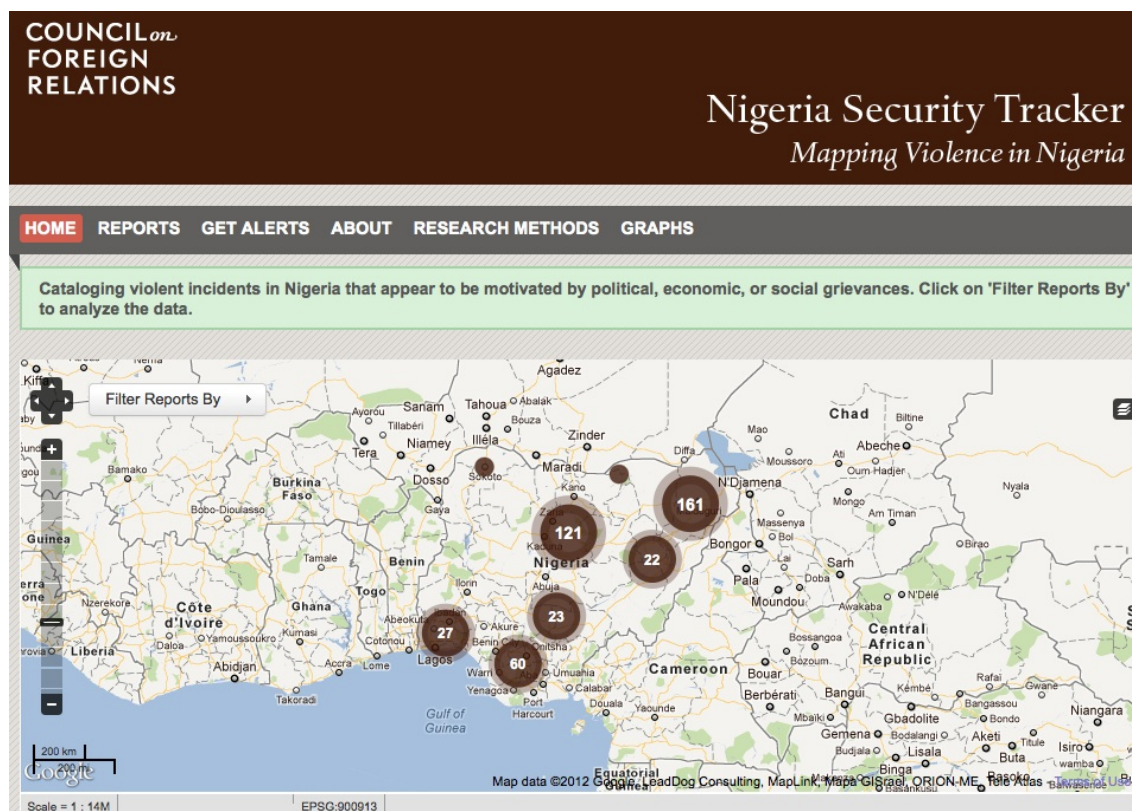


Ilustración 10. Ejemplo de proyecto de mapeo en crisis utilizando «Ushahidi».

4.10. CROWDSOURCING Y LA CALIDAD DE LOS DATOS

De los retos más críticos que enfrenta la Información Geográfica Voluntaria, y su uso en ciertos contextos, es entender y evaluar la autenticidad y credibilidad de los datos, la validez, la incertidumbre y la tolerancia que presentan al error. En este tipo de datos es normal que se presenten algunas inconsistencias al ser las fuentes heterogéneas, al presentarse diversidad de usuarios con diferentes conocimientos o maneras de trabajar. Así como por utilizar dispositivos con distintas características. En general los métodos de control de calidad aún no están muy desarrollados y se basan en la comparación con otro conjunto de datos de precisión conocida, no siempre se utilizan normas o estándares de calidad y pocas veces presentan metadatos, por lo que no tienen las mismas garantías que los datos recopilados por una empresa o institución de forma sistemática.

Existen tres soluciones que buscan asegurar y entender la calidad de los datos obtenidos por medio de *crowdsourcing* de información geográfica. (1) La solución de la multitud basada en la «ley de Linus», donde entre más personas participen en la revisión y confirmación de los datos se consideran más exactos y evoluciona mejor su calidad. (2) La solución social en la que existe una jerarquía de moderadores y usuarios participantes y una estructura social basada en el historial y la credibilidad de los datos que ingresan las personas. En algunos proyectos los colaboradores más exactos pueden ser promocionados dentro de la organización obteniendo así una mayor confianza. (3) La última es la solución geográfica donde se analiza la consistencia lógica y las relaciones topológicas con otros elementos y reglas fundamentales del conocimiento geográfico para identificar información falsa o inexacta (Goodchild & Li, 2012).

También hay que considerar la existencia de grupos con intereses especiales de información geográfica, formados por individuos que coinciden en colaborar conjuntamente con un propósito determinado, normalmente tienen requisitos muy particulares de los datos y elaboran especificaciones técnicas de los productos de información que quieren obtener. Cuando se forman comunidades con intereses focalizados en un tema especial, aumenta la credibilidad de la información generada (Ziegler & Golbeck, 2007), por lo que se pueden considerar de mayor calidad. De igual forma cuando existe apoyo o participación de organismos oficiales o instituciones reconocidas en un proyecto de *crowdsourcing* de información, la credibilidad de los datos y aceptación aumenta.

Además no hay que olvidar que también son posibles los enfoques híbridos, donde se utilice como base o se combinen los datos oficiales tradicionales u obtenidos por profesionales con el enfoque participativo y voluntario de *crowdsourcing*, y así obtener las ventajas de ambos tipos de datos mejorando la calidad del conjunto.

Por último, un aspecto clave a considerar es que los proyectos de *crowdsourcing* e IGV en general se focalizan en obtener datos adaptados para un propósito específico. Los métodos tradicionales de evaluación de la calidad de los datos centrados en el productor en muchos casos no son aplicables ya que la mayor importancia es si son adecuados y útiles para los fines del usuario, haciendo relativa la calidad de los mismos según diferentes propósitos.

5. PLATAFORMAS DE CÓDIGO ABIERTO PARA PROYECTOS DE CROWDSOURCING DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

En esta sección se presentan algunas plataformas libres y de código abierto que permiten crear y gestionar proyectos de Información Geográfica Voluntaria mediante la integración de estrategias de *crowdsourcing* con distintos niveles de participación.

5.1 USHAHIDI³⁰

«Ushahidi» es una plataforma de *crowdsourcing* para la obtención de información geográfica de manera voluntaria. Fue desarrollada principalmente para crear cartografía de crisis en zonas con conflictos y como respuesta a desastres naturales. De manera general, es una aplicación para la captura de datos, visualización y mapeo dinámico e interactivo que facilita el análisis básico de la información y la coordinación de acciones de respuesta.

La primera plataforma de «Ushahidi» fue puesta en marcha en el año 2008 debido a la ocurrencia de sucesos violentos posteriores a las elecciones en Kenya, para facilitar su denuncia y seguimiento. Se trata de una aplicación libre y de código abierto cuya flexibilidad permite a las personas o grupos colaborar en la creación de mapas multimedia dinámicos para diversos tipos de proyectos. Esta plataforma se ha utilizado en acciones enfocadas en gobernanza local, monitorización ambiental, salud pública, seguimiento de los derechos humanos, observación ciudadana de procesos electorales, manifestaciones no violentas, respuesta a desastres naturales y en la cartografía de crisis o conflictos. «Ushahidi» es un ejemplo de lo que se puede lograr al combinar información de reportes generados por la colaboración ciudadana, los medios de comunicación y las organizaciones no gubernamentales y gestionar estos datos con herramientas de cartografía digital y

³⁰ Sitio web de Ushahidi, <http://www.ushahidi.com/blog/product/ushahidi/>

SIG. El objetivo principal del equipo de desarrollo de esta plataforma es crear un sistema que facilite el seguimiento y alerta temprana de eventos y ayude a la visualización de los datos para la respuesta y recuperación.

Características principales

- Plataforma libre y abierta liberada bajo la licencia GNU Lesser General Public License (LGPL).
- Cuenta con herramientas de cartografía interactivas.
- Permite el seguimiento de los reportes en el mapa y para distintas fechas, el filtrado de los datos por tiempo para identificar cuando y dónde suceden las cosas.
- Permite de manera fácil recolectar información usando múltiples fuentes de datos como SMS, formularios web, email o «Twitter».

Tecnologías utilizadas en el desarrollo de la plataforma

Para la implementación de la plataforma en un servidor tradicional o en la nube, el sistema hace uso de las siguientes tecnologías:

Componente	Requerimiento
Lenguaje de programación PHP del lado del servidor	«Ushahidi» utiliza el <i>framework</i> para aplicaciones web Kohana por lo que es necesario PHP versión 5.2.3 o posterior.
Base de datos	MySQL versión 5.0 o posterior.
Servidor web o http	Es posible utilizar los siguientes servidores web: Apache 1.3+, Apache 2.0+, lighttpd, nginx, Microsoft Internet Information Server (MS IIS).
Motor de renderizado de mapas interactivo	Utiliza el proyecto en JavaScript de «Openlayers» para presentar geodatos.

Ilustración 11. Componentes del sistema - Ushahidi

Para que Ushahidi funcione correctamente también es necesario instalar en el servidor las siguientes extensiones para PHP:

Extensiones PHP	Uso en la aplicación
PCRE	Es necesaria para la sintaxis y semántica de expresiones regulares. Debe de ser compilada habilitando UTF-8 y propiedades Unicode para UTF-8 para que funcione correctamente.
iconv	Se utiliza para la transliteración de UTF-8.
mcrypt	Es requerida para las tareas de encriptación.
SPL	Es requerida para varias librerías núcleo.
mbstring	Acelera la funcionalidades UTF-8 de Kohana.
cURL	Es usada para acceder sitios remotos.
MySQL	Es requerida para el acceso a bases de datos.
IMAP	Es requerida para las funcionalidad de correo electrónico.
GD	Se requiera para el procesamiento de imágenes.

Ilustración 12. Extensiones PHP - USHAHIDI.

Estructura de la plataforma

«Ushahidi» cuenta con varias secciones para el manejo y la organización de las tareas y características que presenta la aplicación. La administración de los datos incluyendo el procesamiento de los reportes que contribuyen los usuarios, la configuración y personalización de la plataforma, entre otras tareas se pueden realizar de manera sencilla con las herramientas que incluye la plataforma.

Una posible manera general de estructurar la plataforma y sus funcionalidades se presenta en los siguientes gráficos:

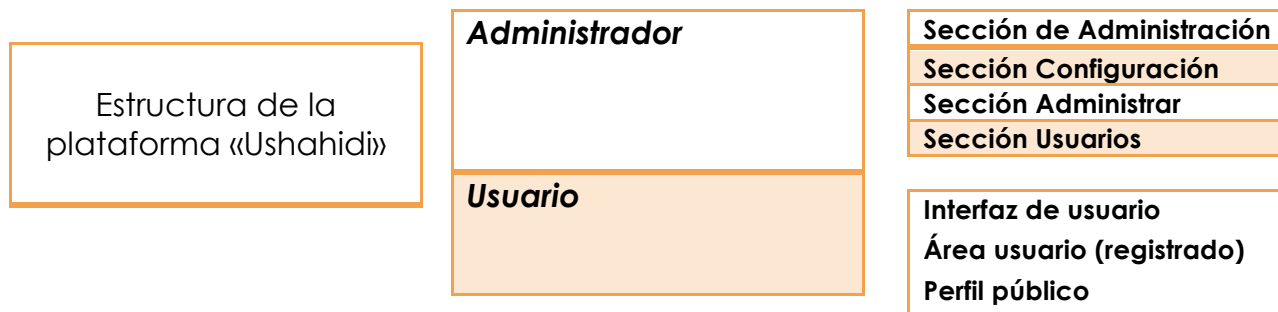


Ilustración 13. Estructura general de la plataforma – Ushahidi

Sección de Administración: Forma parte del área del administrador y está diseñada para un rápido reconocimiento de la situación de los mensajes recibidos y la composición y estructura de los incidentes reportados, así como para el trabajo eficiente de revisión y catalogación por parte de los administradores.

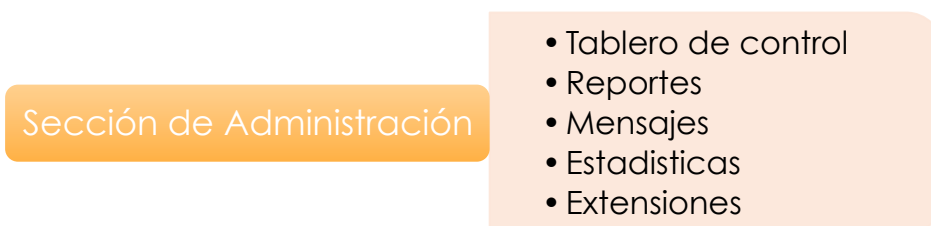


Ilustración 14. Sección de Administración y sus subsecciones - Ushahidi

Sección de Configuración: Se encuentra dentro del área del administrador. Aquí se pueden establecer todos los ajustes generales de la aplicación y modificar la plataforma para los requisitos particulares del proyecto en el que se esté trabajando. En ella se encuentran los componentes principales como el mapa base, el correo electrónico, los mensajes, etc., que son básicos para el funcionamiento y la comunicación de los reportes.



Ilustración 15. Sección Configuración y sus subsecciones - Ushahidi

Sección Administrar: Forma parte del área del administrador y permite establecer y personalizar las características principales de la plataforma que son relacionadas específicamente con un proyecto y su manejo particular. Aquí es posible manejar y editar las categorías para clasificar reportes, formularios, capas de apoyo y distintos bloques de información etc., reflejándose en la interfaz del usuario final.



Ilustración 16. Sección Administrar y sus subsecciones - Ushahidi

Sección Usuarios: También es parte del área del administrador y en esta sección se administra todo lo relativo a los usuarios, los roles y permisos existentes en la plataforma.

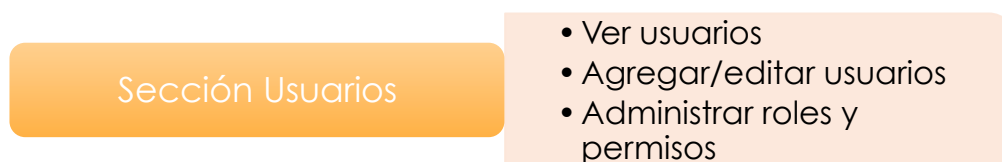


Ilustración 17. Sección Usuarios y sus subsecciones – Ushahidi

Interfaz del usuario: La actividad del proyecto y las contribuciones de los usuarios aquí se ven reflejadas. Se utiliza un mapa dinámico para visualizar y acceder a los reportes. Dentro de las funcionalidades más importantes, el usuario puede valorar y dejar comentarios en otros reportes, crear nuevos reportes y solicitar recibir alertas.

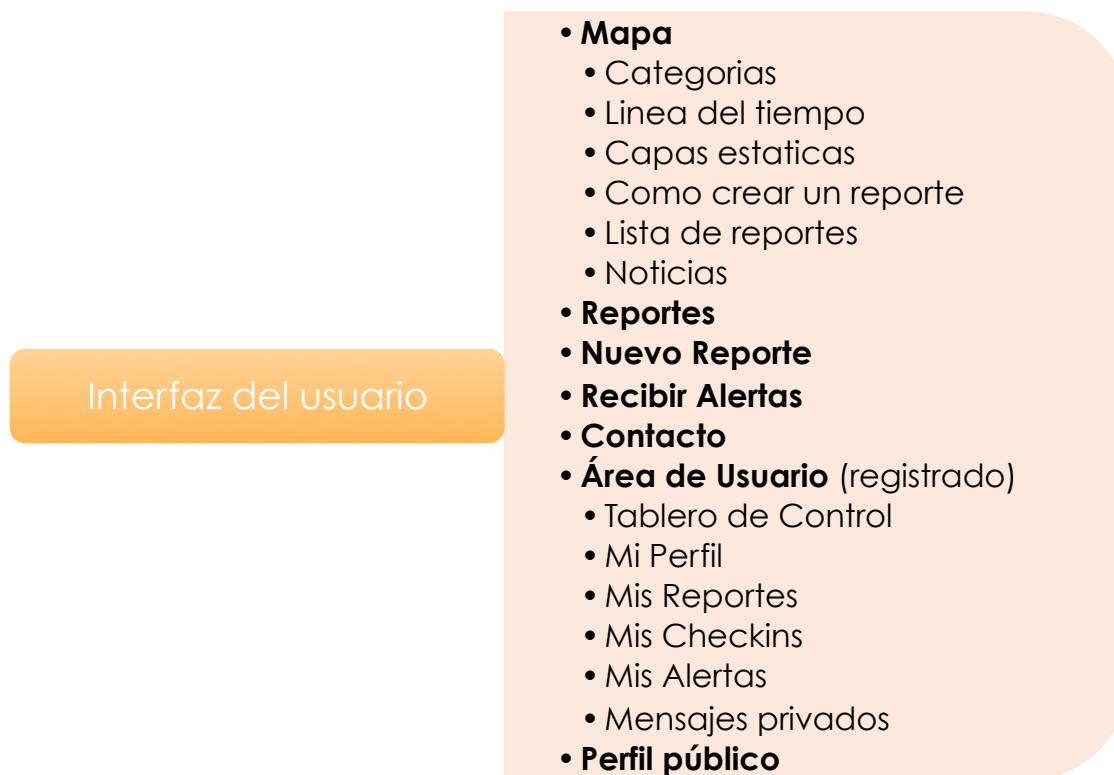


Ilustración 18. Estructura de la interfaz del usuario - Ushahidi



Ilustración 19. Ejemplo de la vista principal de la plataforma Ushahidi resaltando algunas de sus secciones

Nuevo Reporte

Título del Reporte *

Descripción *

Allowed HTML tags: "a, p, img, br, b, u, strong, em, i".
Iframes are only allowed from: www.youtube.com/embed/, player.vimeo.com/video/, w.soundcloud.com/player.

Fecha y Hora: Hoy a las 1:17 am (Europe/Madrid) [Modificar Fecha](#)

Categorías *

- ☐ Mantenimiento edificios ☐ Mantenimiento jardines
☐ Mantenimiento mobiliario y máquinas ☐ Trusted Reports

Información Opcional

Nombre

Apellido

Correo Electrónico

Ubicación precisa *

Ej: Piso, nro. de puerta, referencia, etc

Enlace a fuente de Noticias

URL de video

Subir Fotos

[Seleccionar archivo](#) No se ha selecci...o ningún archivo

Enviar

Ilustración 20. Creación de un nuevo reporte - Ushahidi

5.2 SHAREABOUTS³¹

«Shareabouts» es una herramienta de cartografía en línea que utiliza el modelo de *crowdsourcing* para recopilar datos sobre la opinión pública por medio de un proceso social y participativo. Usando esta plataforma las personas pueden arrastrar y soltar un icono en una ubicación precisa del mapa para proveer ideas, sugerencias y comentarios en temas de diseño y planificación del territorio. Permite recoger información local de un amplio rango de participantes desde escalas vecinales hasta municipales o regionales. Al ser una aplicación móvil amigable, facilita también el agregar información sobre la marcha.

«Shareabouts» es un proyecto de código abierto y ha sido utilizado para adquirir datos por gobiernos municipales, para la planificación de medios de transporte, planificación urbana, procesos de presupuesto participativo y mapeo de crisis entre otros ejemplos.

Esta plataforma permite configurar el tipo de información que se desea obtener de los participantes, crear categorías para diferentes tipos de información y distinguirlas utilizando distintos iconos en el mapa. Es posible recolectar información adicional sobre los participantes como nombre, código postal y otros detalles de contacto privados. De igual forma, utilizando encuestas flexibles se pueden formular múltiples preguntas abiertas para obtener información cualitativa detallada. También se pueden utilizar otros tipos de objetos como listas desplegables, casillas de verificación y preguntas cerradas para obtener información cuantitativa. Además los usuarios puede subir fotografías cuando añaden localizaciones en el mapa. Finalmente, la plataforma puede vincular las respuestas y datos enviados, con otras capas relevantes en el mapa, incluyendo barrios u otras áreas geográficas específicas que faciliten el entendimiento de los datos al momento que entran a la plataforma.

³¹ Sitio web de Shareabouts, <http://openplans.org/shareabouts/>

Características principales

En la siguiente tabla se resumen las características y funcionalidades más importantes que presenta la plataforma «Shareabouts»:

Característica	Descripción
Agregar un nuevo lugar (punto de referencia)	Interfaz sencilla que permite a los usuarios de forma rápida soltar un ícono en el mapa para obtener la ubicación geográfica y agregar una descripción y otro tipo de información útil.
Comentar sobre los lugares	Permite involucrar a los participantes en conversaciones, dejando comentarios en los lugares.
Explorar los lugares y comentarios	El mapa permite a los usuarios encontrar lugares y comentarios en su área de interés.
Mostrar apoyo	Para conocer cuales son los lugares más populares, los usuarios pueden apoyar y votar por su favorito.
Compartir en redes sociales	Los usuarios involucran a su red social compartiendo sus lugares en «Twitter» o «Facebook»
Registro de actividad	Lista con lugares, comentarios y apoyos más recientes.
Tipos de lugares	Se puede recolectar información de diferentes tipos de lugares. Permite el filtrado de lugar clasificados.
Diseño responsivo	Diseñado para que funcione y se vea bien en todos los tamaños de pantalla, ordenadores de escritorio, móviles y pantallas táctiles.
Formulario (encuestas) configurables	Almacenamiento de datos flexible que permite al usuario crear sus propios formularios web para obtener información específica.
Capas del mapa personalizables	Permite superponer capas. Aplicar reglas de estilo personalizadas para la visualización de los mapas y utilizar capas adicionales en formato GeoJson.
Internacionalización	Permite personalizar fácilmente la interfaz del usuario con traducciones locales específicas.

Tecnologías utilizadas en el desarrollo de la plataforma

La plataforma se compone principalmente de dos componentes: el servicio web de la API de «Shareabouts» que maneja la base de datos y deja disponibles los datos para su explotación por el segundo componente. La otra parte se trata de la

aplicación «Shareabouts» como tal que incluye la interfaz web de cara al usuario y presenta las características mencionadas previamente.

- «Shareabouts Web Application»

La aplicación esta codificada en lenguaje JavaScript en el lado del cliente y utiliza los *frameworks* de «Backbone.js» y «Mustache» como sistema de plantillas para manipular datos en Json y presentarlos en el navegador. Usa «LeafletJS» como librería para manejar los mapas interactivos y la información geolocalizada.

Esta parte también utiliza una capa estática en el lado del servidor que sirve para varios propósitos, para la configuración general de la plataforma que permite la personalización de sus componentes como el mapa y los formularios, la configuración de un proxy y para servir los contenidos estáticos como HTML, CSS e imágenes.

- «Shareabouts API»

En este componente se provee de un servicio web API REST para crear y recuperar los puntos de los lugares y sus metadatos. También incluye una interfaz gráfica para la creación de conjuntos de datos y tablas, así como para inspeccionar los datos crudos almacenados y administrar la base de datos. Se basa en el *framework* para el desarrollo web «Django» escrito en el lenguaje de programación «Python».

Ya que maneja datos geográficos, esta API también requiere de «GeoDjango», para lo cual es necesario contar con una base de datos geográfica como «PostGIS» que extiende las funcionalidades de «PostgreSQL» y algunas librerías geoespaciales como «GEOS» y «PROJ.4».

Estructura de la plataforma

En las siguientes imágenes se presenta la estructura general de «Shareabouts». Resaltado en amarillo se puede identificar las siguientes secciones:

- Menú general.
- Botón para mostrar la información que ingresa a la plataforma como listado.
- Botón para darse de alta como usuario registrado.
- Mapa interactivo.
- Simbología con los tipos de lugares en el mapa.
- Registro con los últimos comentarios.
- Botón para crear un nuevo lugar con información, por ejemplo un reporte.
- Propuesta o reporte enviado por un ciudadano para un lugar específico.
- Botón de apoyo a un lugar.
- Botón para compartir en redes sociales.

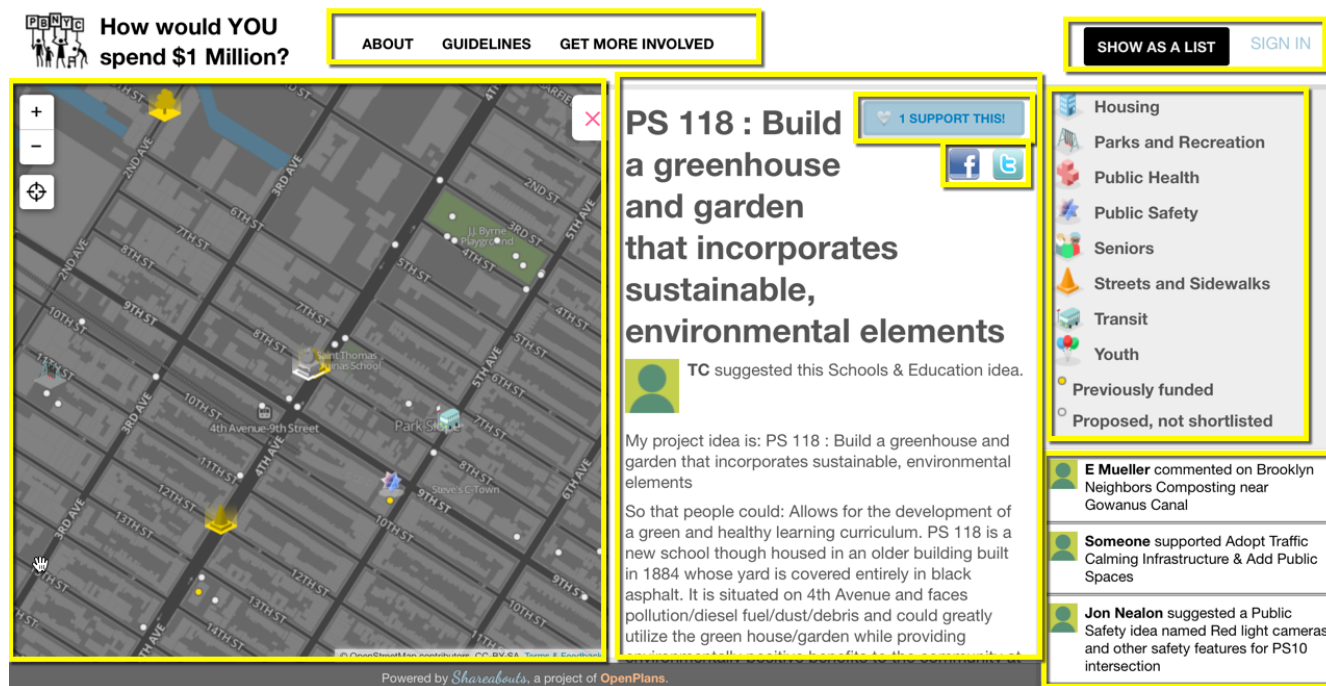


Ilustración 21. Secciones de la plataforma «Shareabouts»

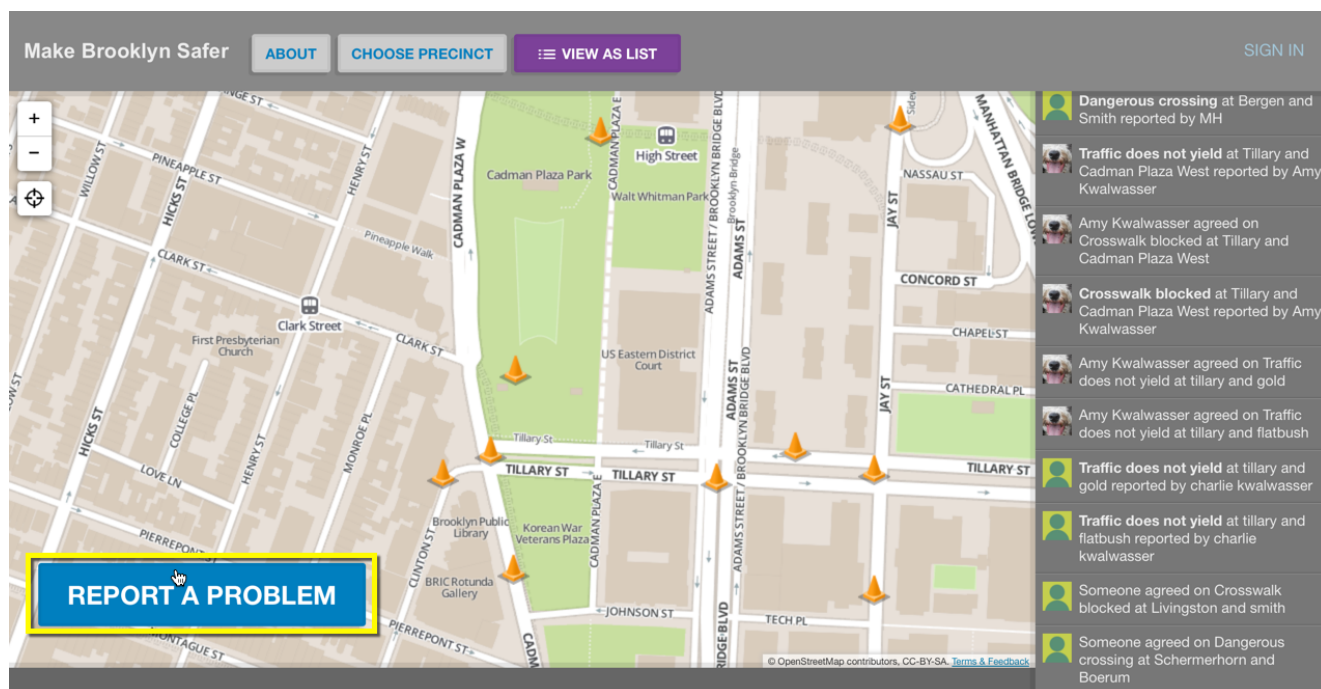


Ilustración 22. Ejemplo de la plataforma «Shareabouts» donde se identifica el botón para crear un nuevo lugar

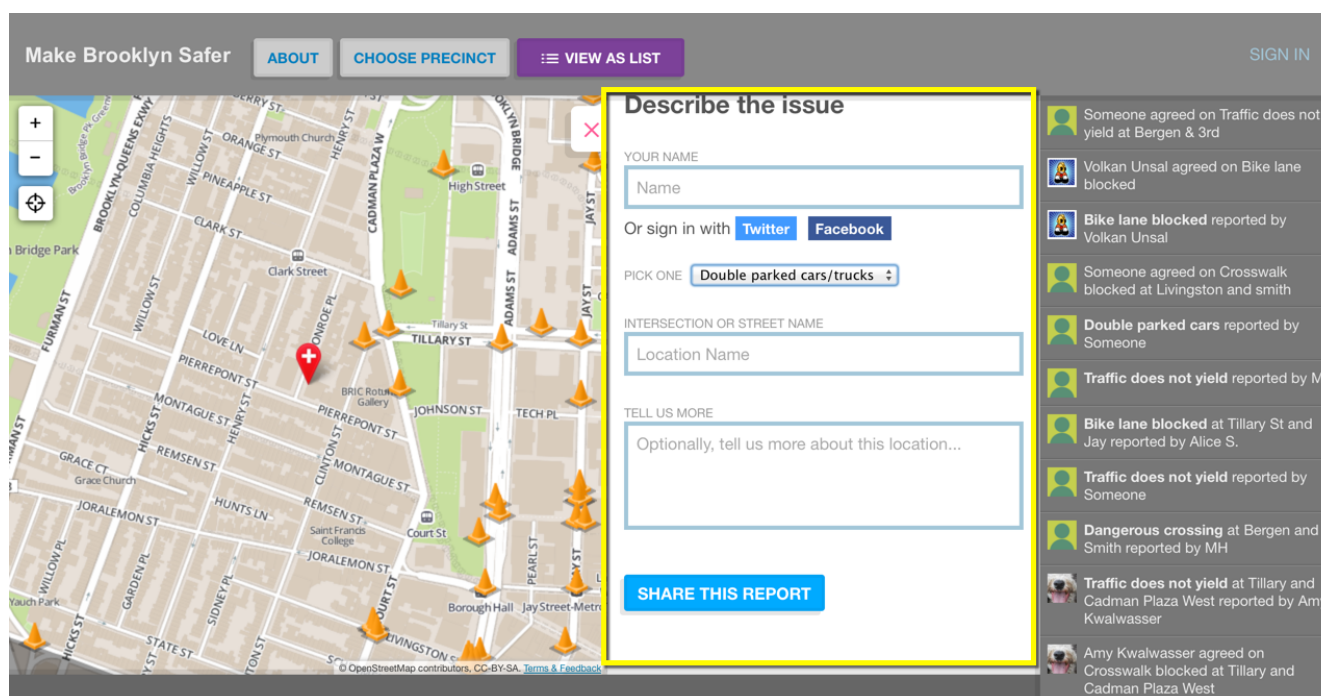


Ilustración 23. Ejemplo de formulario para ingresar un lugar y su descripción en «Shareabouts»

5.3 TIDEPOOLS³²

«Tidepools» es una plataforma de comunicación y cartografía colaborativa. Fue diseñada para ser fácilmente personalizable y basada en las necesidades e intereses locales. Sirve para recopilar y compartir información hiperlocal y cultural a través de expresivos mapas comunitarios y entradas de datos que facilitan una mayor conectividad entre los vecinos y organizaciones.

Los usuarios pueden agregar varios tipos de puntos de referencia o lugares a un mapa específico o crear un nuevo mapa personalizado. Cuenta con una entrada de mensajes y discusiones sobre puntos activos en el mapa, que son agregados como flujo de noticias locales.

Al ser un proyecto diseñado para el manejo de datos locales de pequeñas comunidades la primera aplicación de «Tidepools» fue desplegada mediante una red en malla utilizando enrutadores de señal inalámbrica «Wi-Fi», siendo solo disponible localmente. Esta plataforma logra aumentar la comunicación en pequeñas comunidades, así como la conciencia cívica de los participantes al ser administrada internamente por los mismos usuarios. Esto la hace muy útil para proyectos de ciencia ciudadana de carácter geográfico al facilitar ampliamente la participación para la generación de conocimiento en todos los niveles.

Aparte de los mapas estáticos con edificios o lugares de interés permanentes, la plataforma permite agregar puntos sobre las actividades de la vida diaria e información cultural como eventos, recomendaciones, reuniones, grupos de amigos, alertas o desperfectos entre otros, que es posible seguir y comentar.

³² Sitio web de Tidepools, <http://tidepools.co>

Características principales

- Plataforma de código abierto bajo la licencia GNU Affero General Public License (AGPL).
- Proceso de diseño colaborativo centrado en la comunidad y sus necesidades.
- Permite su personalización a fondo al ser diseñada de manera modular, por lo que es fácil personalizar mapas, herramientas y temas.
- Fácil interacción.
 - Permite a los usuarios arrastrar y soltar un icono para añadir un nuevo lugar en el mapa.
 - Los usuarios pueden participar en múltiples conversaciones en diferentes tipos de contenido.
 - Los usuarios también pueden agregar contenido al mapa a través de texto SMS.
 - Todo el contenido no se almacena sólo por su ubicación geográfica, sino también por el tiempo de creación, lo que permite a los puntos de referencia crecer y cambiar según la dinámica de los datos.
- Facilita la conectividad y comunicación entre los ciudadanos y organizaciones locales.
- Integra información en tiempo real sobre cuestiones de interés de la comunidad.
- Permite construir servicios con datos interoperables obtenidos por sensores, objetos físicos conectados a la red o APIs.
- Facilita la creación de un ecosistema de datos, mediante la combinación de sensores para obtener información basada en el contexto espacial y temporal, servicios web, contenido de medios sociales, etc.

Tecnologías utilizadas en el desarrollo de la plataforma

El desarrollo de la plataforma hace uso de las siguientes tecnologías:

- **Javascript/jQuery, HTML y CCS** para las páginas que interactúan con el usuario final mediante un navegador web.
- **Leaflet.js** para la creación del mapa interactivo y el manejo de los datos geográficos.
- **PHP** para procesar en el lado del servidor la información de formularios y el contenido generado en la interfaz del usuario.
- **MongoDB** como sistema de base de datos NoSQL orientado a documentos.
- **Servidor web** habilitado para servir paginas tanto HTML como PHP.

Estructura de la plataforma

En las siguientes imágenes se presenta la estructura general de «Tidepools», identificando en color amarillo las siguientes secciones:

- Mapa interactivo.
- Creación de nuevos puntos de referencia o lugares.
- Colección de mapas, creación de nuevos mapas y filtrado de los datos por mapa.
- Filtrado de puntos de referencia o lugares por su tipo.
- Listado de comentarios en tiempo real de los participantes sobre distintos lugares.
- Listado con la actualización sobre los últimos lugares ingresados a la plataforma.



Ilustración 24. Secciones de la plataforma «Tidepools»

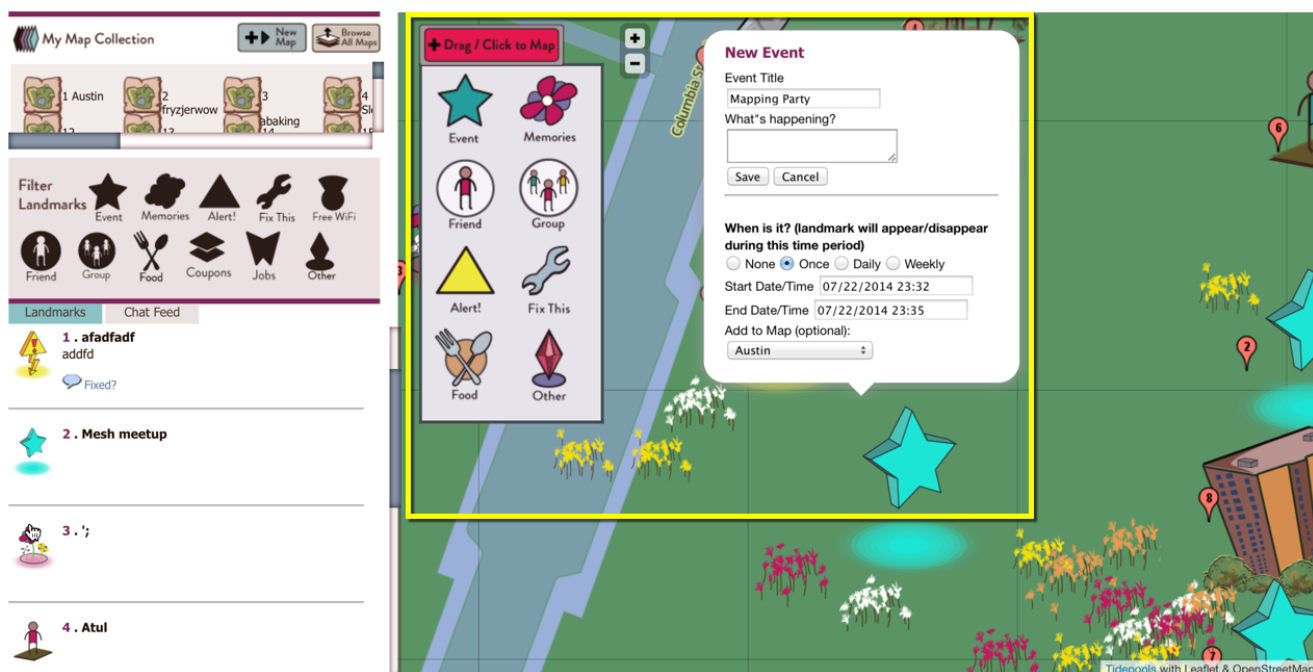


Ilustración 25. Ejemplo de formulario para ingresar un tipo específico de lugar y su descripción en «Tidepools»

6. ANÁLISIS DE REQUISITOS DE UNA APLICACIÓN MÓVIL DE CROWDSOURCING PARA EL MANTENIMIENTO URBANO

En este apartado se analizan, de manera general, algunas necesidades que debe cumplir una aplicación para el manejo de infraestructura urbana mediante la comunicación entre ciudadanos con sus dispositivos móviles y los objetos urbanos, utilizando un enfoque de *crowdsourcing* que facilite la participación. Se presenta un listado de requisitos que servirán de base para el posterior análisis, desarrollo e implementación de aplicaciones con estas características básicas.

Un objetivo general de este tipo de plataformas, es el proporcionar un servicio electrónico que facilite la participación de los ciudadanos para mejorar la gestión de la infraestructura urbana mediante la interacción entre usuarios y *hardware*, y la comunicación y colaboración entre ciudadanos y gobiernos locales.

Siguiendo el objetivo anterior, se pueden identificar 4 componentes indispensables donde se engloban las funcionalidades principales:

1. Componente para el manejo del inventario urbano estático.
2. Componente para realizar reportes urbanos geolocalizados.
3. Componente de cartografía para dispositivos móviles.
4. Componente de integración de medios de comunicación sociales (redes sociales).

A continuación se detalla un listado de requisitos que forman parte de cada componente:

1. Componente para el manejo de inventario urbano estático

- 1.1. El usuario podrá consultar y tener un acceso rápido y transparente a los datos de un inventario de infraestructura y mobiliario urbano estático geolocalizado,

mediante el uso de teléfonos inteligentes, sus sensores de abordo y conexión a Internet.

1.2. El usuario podrá identificar un objeto urbano inventariado en específico e intercambiar y actualizar sus datos, por medio de la interacción a corta distancia entre dispositivos electrónicos, objetos y personas logrando el acceso web a los datos de la plataforma.

1.3. La plataforma permitirá a los ciudadanos crear reportes públicos donde se identifiquen problemas sobre la infraestructura urbana inventariada, realizar solicitudes de mantenimiento y dar seguimiento al estado del objeto urbano reportado.

2. Componente para realizar reportes urbanos geolocalizados

2.1. La plataforma deberá permitir ubicar y reportar por medio de formularios web, problemas geolocalizados en instalaciones urbanas no inventariadas y no estáticas, en calles y áreas al aire libre de la ciudad.

2.2. La plataforma permitirá al usuario la publicación de eventos geolocalizados que se relacionen con el mantenimiento urbano y convoquen a actividades voluntarias para trabajar en la mejora de la ciudad. Su visualización deberá depender de las fechas y tiempos de inicio y fin de los eventos.

3. Componente de cartografía para dispositivos móviles

3.1. La plataforma deberá concentrar todos los reportes ciudadanos geolocalizados en un motor de renderizado de mapas.

3.2. La plataforma deberá proporcionar mapas digitales e interactivos, simbología adecuada y visualización de la información geográfica de tres clases de reportes ciudadanos: infraestructura inventariada, no inventariada y eventos.

- 3.3. Para los casos en que el acceso al inventario no se haga por medio de la comunicación directa entre el dispositivo móvil y el objeto urbano inteligente, la plataforma deberá mostrar y permitir buscar geográficamente los objetos del inventario de la infraestructura urbana.
- 3.4. El usuario podrá navegar por el mapa desplazando la imagen mediante un movimiento de arrastre, cambiar la escala de la vista mediante la utilización de herramientas de *zoom* para ampliar o hacerla más pequeña.
- 3.5. Al realizar nuevos reportes de problemas no inventariados y eventos, el mapa deberá mostrar un icono y centrar la vista en su posición actual para facilitar la ubicación geográfica del reporte a generar.
- 3.6. El usuario deberá ser capaz de ver la información relativa a cada objeto urbano inventariado y su estado, los reportes de problemas no inventariados y los eventos mediante un clic simple sobre cada uno de los iconos pertenecientes a una entidad geográfica. Se deberá abrir una ventana en forma de burbuja donde se presenten los atributos disponibles de la base de datos.

4. Componente de integración de medios de comunicación sociales

- 4.1. La plataforma deberá de integrar algún tipo de información procedente de redes sociales buscando conectar a los ciudadanos y colaborar mediante estos canales de comunicación.
- 4.2. La plataforma deberá permitir buscar, categorizar y visualizar la conversación de los ciudadanos acerca de temas relacionados con el mantenimiento y la vigilancia urbana, obtenida mediante la integración y publicación de datos de medios sociales.

7. DESARROLLO DE UNA PLATAFORMA DE CROWDSOURCING MÓVIL PARA EL MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA URBANA

(Gómez-Barrón, Manso, Alcarria & Pérez-Gómez, 2014)

El Centro para la Tecnología en el Gobierno de la Universidad de Albany (*The Center for Technology in Government*) define al gobierno electrónico («e-government») como el uso de las tecnologías de la información para apoyar las operaciones gubernamentales, involucrar a los ciudadanos en las políticas públicas y proveer mejores servicios públicos. Las cuatro funciones generales del «e-gobierno» son la prestación de servicios electrónicos («e-servicios»), el uso de las tecnologías de la información para mejorar la gestión del sector público («e-gestión», gestión electrónica), el uso de Internet para facilitar la participación ciudadana («e-democracia», democracia electrónica o digital) y el pago de bienes y servicios en Internet («e-comercio», comercio electrónico). A pesar de que los servicios y comercio electrónico se han extendido rápidamente, el desarrollo de herramientas de democracia digital se ha quedado más rezagado (Buss & Redburn, 2006).

Uno de los objetivos del desarrollo de esta plataforma es proveer un servicio electrónico, facilitar la participación pública y mejorar la gestión urbana por parte de los gobiernos locales, componentes clave del gobierno electrónico.

Por otro lado, la cooperación y el intercambio de información son ideas clave en el paradigma de las «Smart Cities» y de los modelos centrados en *crowdsourcing*. También comparten esas mismas ideas los proyectos de *software* libre, considerados una fuente valiosa de tecnologías y aplicaciones que pueden ser usadas en la implementación de plataformas inteligentes como la que se presenta en esta sección.

Además, existen tecnologías que proveen acceso rápido y transparente a información y servicios electrónicos mediante su integración en Internet. Específicamente, los teléfonos inteligentes integrados con comunicación de campo cercano (*Near Field Communication* o *NFC* por sus siglas en inglés) permiten hacer uso de aplicaciones basadas en el contexto del usuario, comunes en temas como marketing, pagos electrónicos, domótica, identificación, control de acceso, etc. y habilitan la interacción entre dispositivos electrónicos, cosas y personas. Las características de corto alcance y alta frecuencia en las transacciones de información con tecnología *NFC* admiten la posibilidad de utilizar la proximidad como contexto y desencadenar una acción apropiada de forma casi instantánea (Dodson, Bojinov & Lam, 2014).



Ilustración 26. Ejemplo de estructura que integra una etiqueta NFC en el mobiliario urbano.

La plataforma propuesta en esta sección se basa en el uso de *software* libre y el modelo de *crowdsourcing* para la obtención y manejo de datos, y busca contribuir a la visión de las ciudades inteligentes. Integra el uso de etiquetas *NFC* geolocalizadas en infraestructura urbana estática inventariada (llamada en la aplicación como «Urban SmartObjects») que permite a los ciudadanos conectarse vía Web a la plataforma y participar activamente, creando reportes públicos donde se identifiquen problemas y se ayude a mejorar las estrategias de

mantenimiento urbano de la ciudad. Esta aplicación cartográfica concentradora de datos (*data hub*), además integra funcionalidades que permiten generar reportes geolocalizados sobre problemas comunes en la ciudad o en infraestructura no inventariada, publicación de eventos geolocalizados que se relacionen con el mantenimiento urbano, visualizar geográficamente el inventario de objetos urbanos inteligentes y sus reportes, así como publicar datos de medios de comunicación sociales.

7.1. DISEÑO DE LA PLATAFORMA

El modelo de la ciudad como plataforma (Walravens & Ballon, 2011) (*City as a Platform*) tiene como objetivo aumentar la participación del ciudadano facilitando la capacidad de desarrollar aplicaciones y servicios electrónicos. Para una mejor integración de las aplicaciones es importante permitir la interacción con *hardware* (dispositivos móviles y sus sensores integrados), habilitando puntos o fuentes de datos «inteligentes» en la ciudad y que estén orientados hacia el empoderamiento de los ciudadanos, que por lo general incluyen componentes como el *crowdsourcing*. Además, las aplicaciones para una «Smart City» deberían de tener los siguientes elementos: sensible a su ambiente, conectada a la Web, accesible al usuario, ubicua, sociable, compartible, visible y aumentada³³.

La plataforma propuesta en este trabajo ofrece varios de los elementos principales mencionados anteriormente. Se centra en facilitar la interacción entre ciudadanos y *hardware*, y la comunicación entre ciudadanos y gobierno. La solución es accesible de manera ubicua en Internet y al presentar un diseño web adaptativo, está optimizada para diversos tipos de dispositivos móviles. Un objetivo principal es el vincular los espacios urbanos físicos y digitales, incrementando la participación de la comunidad en la mejora colaborativa de una ciudad.

³³ The Apps for Smart Cities Manifiesto, visto el 20 de Junio de 2014 <http://www.appsforsmartcities.com/?q=manifesto>

Las tres funcionalidades núcleo de la plataforma pueden ser descritas de la siguiente manera:

- 1) Identificar, adquirir e intercambiar datos, utilizando etiquetas *NFC* en mobiliario urbano inventariado y dispositivos inteligentes habilitados con *NFC* y conexión a Internet, para promover la participación ciudadana en el seguimiento y solicitud de mantenimiento de la infraestructura urbana estática vía reportes web.
- 2) Proporcionar mapas interactivos y visualización de datos geográficos para tres clases de reportes ciudadanos: a) La capa de «Urban SmartObjects» que muestra la localización de los objetos urbanos inteligentes que hayan sido inventariados con etiquetas *NFC*, los reportes con su estado del y solicitudes de mantenimiento. b) La capa llamada «GeoReports» que incluye los reportes geolocalizados sobre problemas en instalaciones urbanas no inventariadas y no estáticas, como estructuras peligrosas, defectos u obstáculos en las calles como hoyos o árboles caídos, etc. c) La capa «Community events» que presenta información de eventos geolocalizados por la comunidad que convoquen a actividades participativas para trabajar en la mejora voluntaria de la ciudad. Las categorías incluyen talleres, «*mapping parties*» y otras clases de intervención social organizada.
- 3) Integración de mensajes de la red social «Twitter» utilizando etiquetas «hashtag» para categorizar y visualizar la conversación de los ciudadanos acerca de temas relacionados con el mantenimiento y la vigilancia urbana. Esto permite una mayor conectividad y comunicación entre vecinos y gobiernos locales.

Cada funcionalidad descrita en los puntos anteriores se implementa en los módulos del sistema. La ilustración 27 presenta los módulos que conforman la plataforma, sus tres componentes son: inventario de «Urban SmartObjects» relacionado con la funcionalidad 1, motor de renderizado de mapas, el cual maneja los reportes ciudadanos y es donde la funcionalidad 2 se encuentra implementada y por último, la funcionalidad asociada a la integración de datos provenientes de medios sociales.

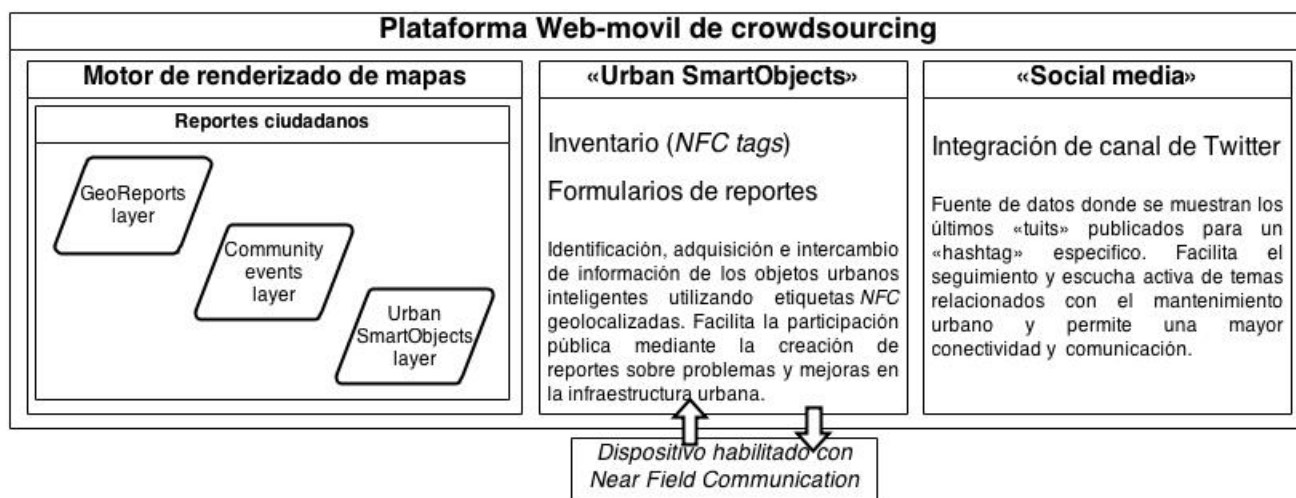


Ilustración 27. Módulos de la plataforma

7.2. IMPLEMENTACIÓN DE LA PLATAFORMA

Para la implementación de la plataforma se construyó una instancia personalizada de «Tidepools» en su versión móvil. «Tidepools Mobile» facilita la cartografía en dispositivos móviles de forma colaborativa y sirve de nodo central para integrar datos de diversas fuentes, entre ellas redes sociales. La versión móvil de este proyecto es una plataforma personalizable a partir de requerimientos locales particulares, su código fuente está bien documentado y la programación de sus funcionalidades por módulos utilizando JavaScript y HTML, hacen fácil su manipulación para crear extensiones, añadir herramientas y editar su diseño. Por las

ventajas antes mencionadas se decidió trabajar con este proyecto de código abierto.

«Tidepools» emplea varios *frameworks* de JavaScript, usa la librería «LeafletJS» para crear y manejar mapas interactivos de manera amigable en un entorno móvil y «MongoDB» como sistema de base de datos NoSQL orientado a documentos. Dentro de sus funcionalidades clave está el reunir y compartir información hiperlocal, datos de sensores y otras fuentes de datos externas, así como permitir la integración de API personalizadas que hacen más fácil de crecer un «Ecosistema de datos» (OTI, 2013).

Para gestionar el inventario de «Urban SmartObjects» e integrarlo con las funciones principales de «Tidepools», se programaron formularios web utilizando HTML y JavaScript para acceder a los datos almacenados en «CartoDB» (base de datos geográfica basada en la «nube»), utilizando su API para realizar sentencias SQL. El resultado final es la integración de todos los módulos de la plataforma propuesta en un solo componente principal de cartografía y visualización de información.

7.2.1. Arquitectura

La plataforma implementada en este trabajo presenta una arquitectura basada en capas, la cual se describe en la ilustración 28.

La **Capa Cliente** contiene todos los componentes necesarios para presentar la aplicación e interactuar con los usuarios finales mediante un navegador web. Despliega hojas de estilo CSS y el código HTML, incluyendo mapas dinámicos e interactivos, así como formularios intuitivos para poder realizar los reportes. Se utiliza como lenguaje de programación JavaScript y la biblioteca «jQuery», usando también «AngularJS», un *framework* optimizado para aplicaciones web móviles de una sola página, y «LeafletJS» que integra soporte para mapas.

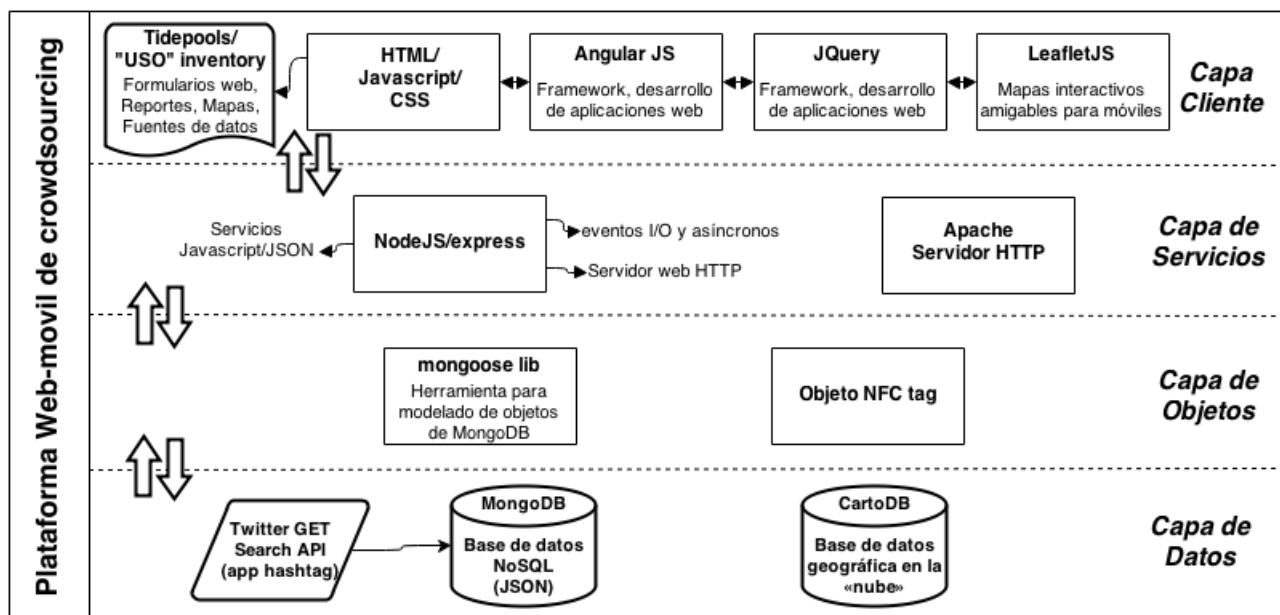


Ilustración 28. Arquitectura de la plataforma

La **Capa de Servicios** organiza la lógica de la plataforma, encapsula las funcionalidades principales de la aplicación y también expone los datos a la capa cliente, quien solicita y consume las funcionalidades o servicios que provee esta capa. Usa los *framework* «NodeJS» y «Express» para manejar eventos asíncronos de entrada y salida, para exponer datos en formato JSON y para funcionar como servidor de los componentes principales de «Tidepools». El *framework* «NodeJS» también es usado para recopilar los «tuits» casi en tiempo real obtenidos con la API de «Twitter» mediante la ejecución constante de un script en el lado del servidor. El servidor «Apache» se utiliza para presentar los formularios que gestionan los reportes sobre la infraestructura inventariada.

La **Capa de Objetos** describe los elementos usados para vincular algunas funciones de la lógica de la aplicación y los ítems para interactuar con los datos. Después de que «NodeJS» maneja el flujo de datos se utiliza «Mongoose» para acceder al modelo de objetos de «MongoDB» y enviar los «GeoReports», los «Community events» y el esquema de los datos de «tuits» a «Tidepools». Estos datos son

almacenados en «MongoDB» componente de la Capa de Datos. Esta capa también contiene las etiquetas NFC utilizadas para comunicarse entre dispositivos y objetos urbanos inteligentes.

La **Capa de Datos** aparte de «MongoDB», también incluye las tablas necesarias para almacenar el inventario y los reportes de los «Urban SmartObjects». Se usa la base de datos «CartoDB» para esta tarea.

7.2.2. Modelado de datos de «Urban SmartObjects»

En la ilustración 29 se presenta un modelo UML como herramienta conceptual para describir la estructura de datos y sus asociaciones, con el fin de explotar, gestionar y actualizar la información del inventario y reportes de los objetos urbanos inteligentes. Se trata de una vista estática de las clases y objetos para trabajar en el análisis, diseño lógico y físico de la base de datos que se implementó en la plataforma con el objetivo final de transformar los datos obtenidos en información.

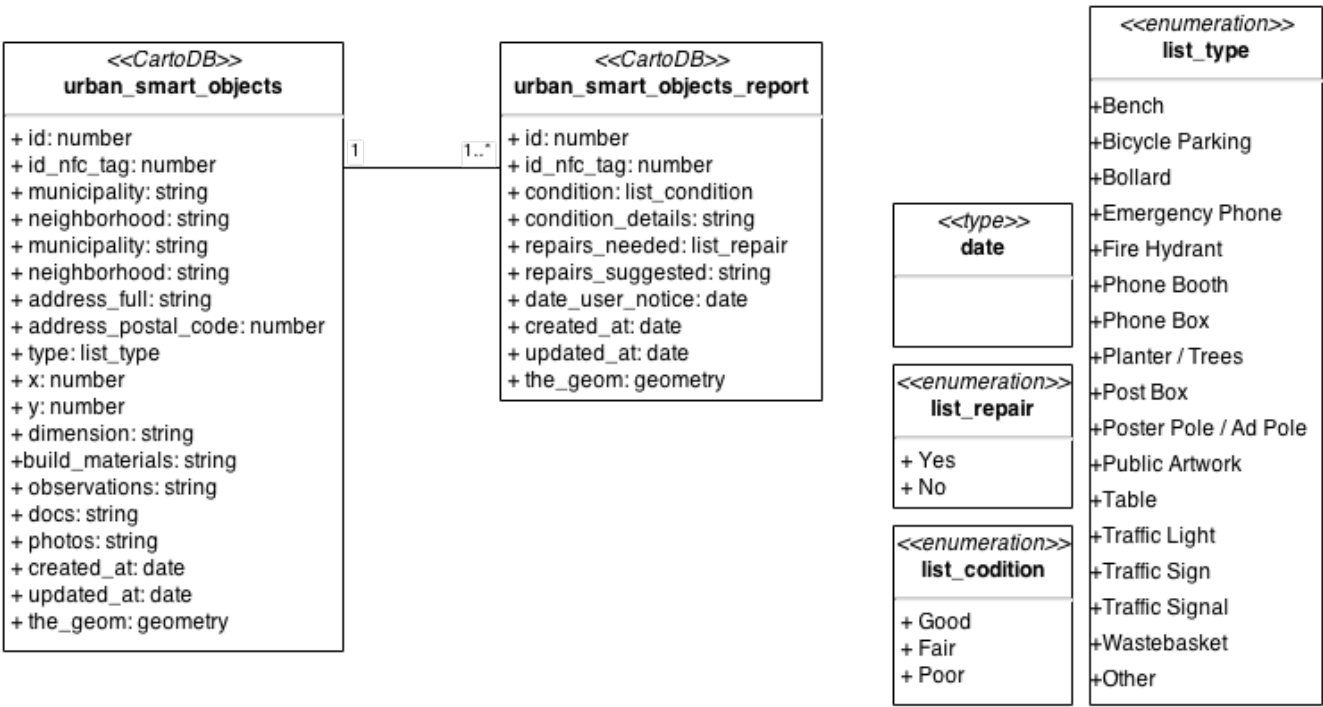


Ilustración 29. Diagrama UML para la gestión de «Urban SmartObjects»

7.2.3. Flujo de datos

Para identificar como fluyen los datos a través de la plataforma se diseñó el diagrama de procesos que se muestra en la ilustración 30. Se presenta la lógica del sistema completo, identificando de dónde provienen los datos y hacia dónde fluyen, así como en que parte del sistema son almacenados. La plataforma tiene dos funciones o procesos principales e integrados en los cuales la manipulación y la transformación de los datos tiene lugar.

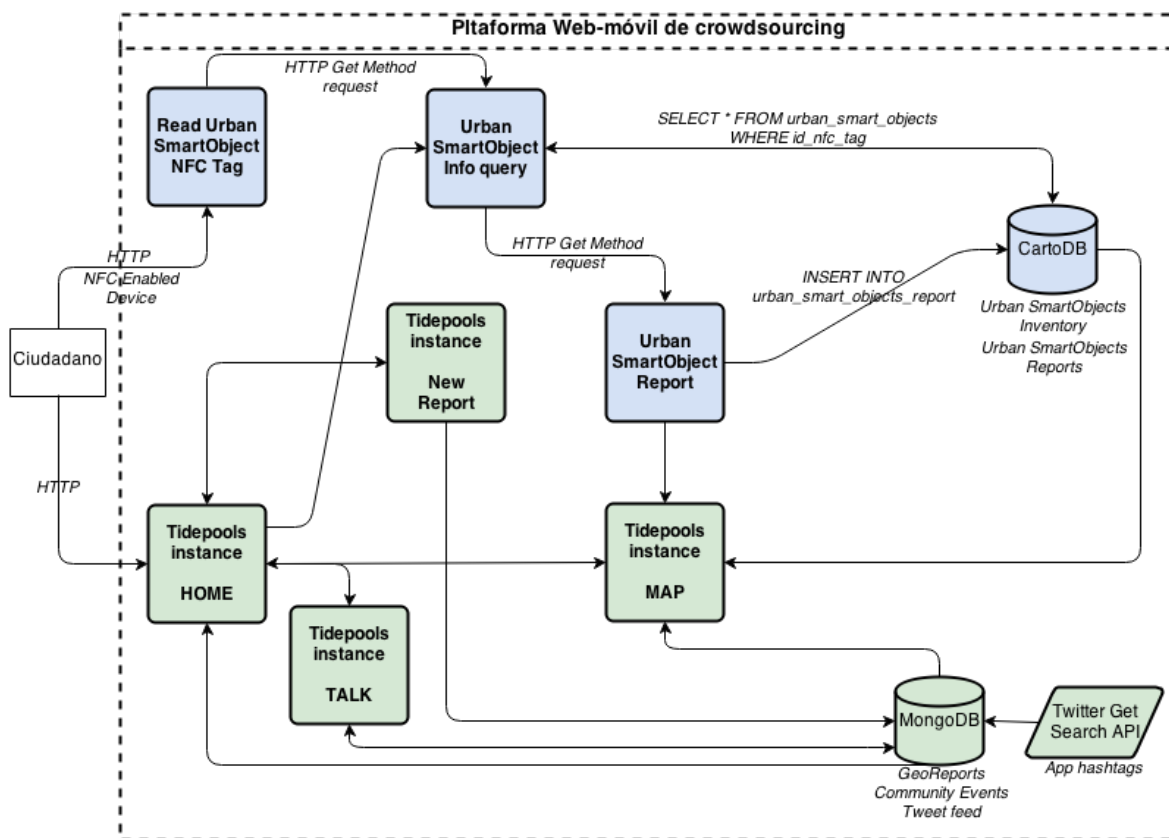


Ilustración 30. Diagrama de procesos de la plataforma

La primera función es el reporte del estado de los «Urban SmartObjetscs». Para utilizar esta función el ciudadano inicia con el proceso de lectura de la etiqueta *NFC* localizada en una infraestructura urbana inteligente específica, interactuado con un dispositivo móvil o «Smartphone» habilitado con tecnología *NFC*.

Por medio de una petición HTTP utilizando el método GET la aplicación consulta a la base de datos «CartoDB» y obtiene los atributos del objeto seleccionado de la tabla de inventario. En la consulta se utiliza el «NFC Id» o identificador único de la etiqueta NFC que se obtiene a partir de la información de pares clave/valor de la URL almacenada en la etiqueta.

Fragmento de código para la consulta a la tabla de inventario de «Urban SmartObjetos»

```
IdNFC = GetUrlValue('id_nfc_tag');

var requestBase = "http://jpgbs.cartodb.com/api/v2/sql/?q=";

var sqlQuery = "SELECT id, id_nfc_tag, municipality, neighborhood, address_full,
address_postal_code, type, x, y, dimension, build_materials, observations, docs,
photos, the_geom FROM urban_smart_objects WHERE id_nfc_tag = '\" + IdNFC + \"'";

var url = requestBase + sqlQuery;
```

Después de que el usuario obtiene y valida los datos de la infraestructura urbana seleccionada, el formulario permite empezar un reporte para determinar su condición e informar un problema o la necesidad de mantenimiento. Una vez enviado el formulario la aplicación inserta un nuevo registro en la tabla de reportes de «Urban Smartobjects» de «CartoDB» con la última actualización del estado del mobiliario urbano y se modifica automáticamente en la capa de información geográfica para finalmente redireccionar al usuario a la sección de mapa de «Tidepools».

Fragmento de código para agregar un registro a la tabla de reportes de «Urban SmartObjetos»

```
var requestBase = "http://jpgbs.cartodb.com/api/v2/sql/?q=";

var sqlInsert = "INSERT INTO urban_smart_objects_report (id_nfc_tag, type,
condition, condition_details, repairs_needed, repairs_suggested,
date_user_notice, the_geom) VALUES (" + IdNFC + "," + "'" + tipo + "'" + "," +
 "'" + condition + "'" + "," + "'" + condition_details + "'" + "," + "'" +
repairs_needed + "'" + "," + "'" + repairs_suggested + "'" + "," + "'" +
date_user_notice + "'" + "," + "ST_SetSRID(ST_Point(" + x + "," + y +
"), 4326)) &api_key=c866f54b478052a523c87ed7ef5e425bcbb25a7a";
```

Las ilustraciones 31 y 32 presentan una vista de los formularios para los reportes ciudadanos sobre la infraestructura urbana inventariada.

Urban SmartObject Info

Id
0

Id NFC Tag
1000

Start report!!!

Municipality
Madrid

Neighborhood
Recoletos

Address
6 Calle de Alcalá Madrid Madrid 28009

Address postal code

Latitude
40.4145352963573

Longitude
-3.71840691764125

Type
Bicycle Parking

Dimensions
3

Build materials
Steel

Observations
Max. 5 bicycles

Docs

Photos

Ilustración 31. Formulario de consulta del inventario de «Urban SmartObjets»

Citizen Report (Urban SmartObject)

Id NFC Tag
1000

Type
Bicycle Parking

Condition
Poor

Condition Details

Repairs Needed?
Yes

Condition Details

Repairs Needed?
Yes

Repairs Suggested

When did you notice it?
pick a date..

Submit

Ilustración 32. Formulario para reporte de «Urban SmartObjets»

La segunda función es la interacción Usuario-Tidepools. Utilizando un navegador web el ciudadano entra a la sección principal de la instancia personalizada de «Tidepools» llamada «Home» (Ilustración 33). Esta sección resume la información que se encuentra en la plataforma y facilita el enlace con otras secciones. Presenta el último «tuit» que ha ingresado, así como una lista desplazable con lo que está sucediendo dentro la plataforma. En la lista se visualiza de manera ordenada el nombre y la descripción detallada de cada «GeoReport» o «Community event» creado por los usuarios. Esta información generada por los ciudadanos y la entrada de datos proveniente de la API de búsqueda GET de «Twitter» es almacenada en «MongoDB».

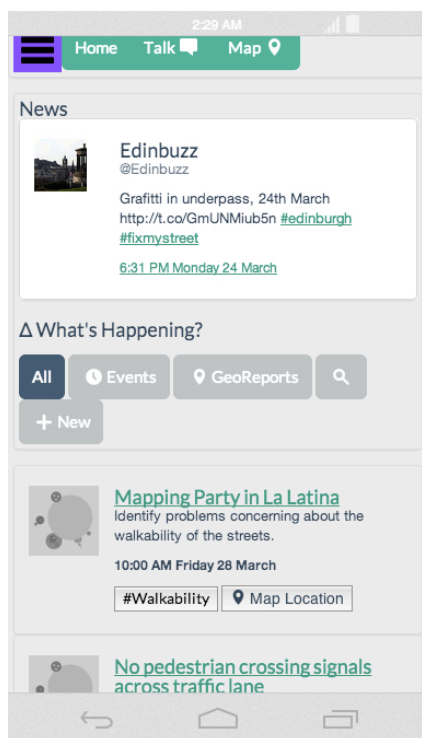


Ilustración 33. Sección «Home»

Adicionalmente, la sección «Home» permite a los ciudadanos buscar y agregar nuevos «GeoReports» y «Community events» (Ilustración 34), así como navegar a las secciones de «Talk» y «Map».

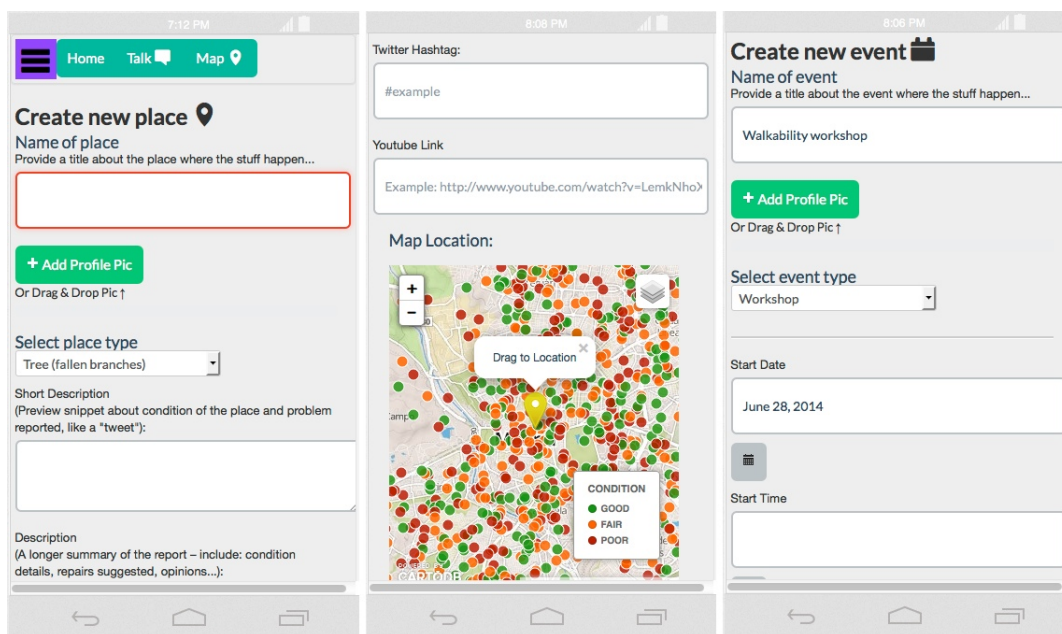


Ilustración 34. Formularios «GeoReports» y «Community events»

El objetivo principal de la sección «Talk» (Ilustración 35) es integrar a la plataforma los mensajes entrantes de «Twitter» utilizando una etiqueta «hashtag» y visualizar la conversación ciudadana sobre temas relacionados con el mantenimiento y vigilancia urbana, permitiendo una mejor colaboración entre los diferentes usuarios.

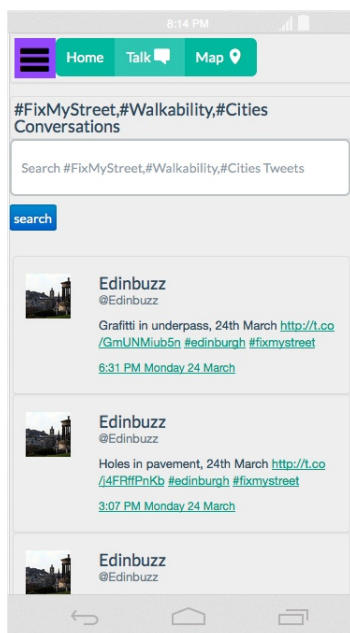


Ilustración 35. Sección «Talk»

La sección «Map» (Ilustración 36) contiene uno de los procesos más importantes de la plataforma en donde se representan geográficamente toda la información de los tres tipos de reportes espaciales creados por los ciudadanos. Esta sección está conectada con las dos bases de datos que componen a la plataforma, «CartoDB» y «MongoDB», para visualizar los datos geolocalizados y al dar clic sobre un punto presentar los atributos recolectados en los distintos tipos de formularios por medio de *crowdsourcing*.

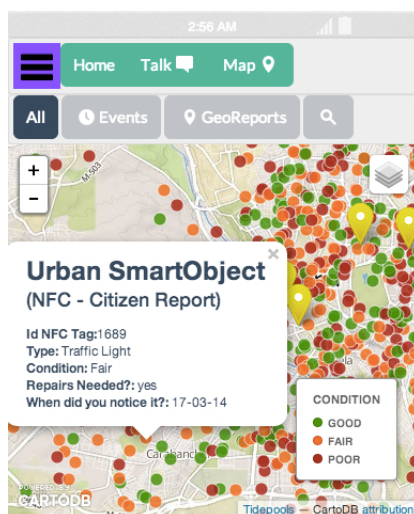


Ilustración 36. Sección «Map»

Por último, en todas las secciones se tiene un enlace a la primera función para gestionar los «Urban SmartObjetscs», accesible en el menú deslizable. (Ilustración 37).

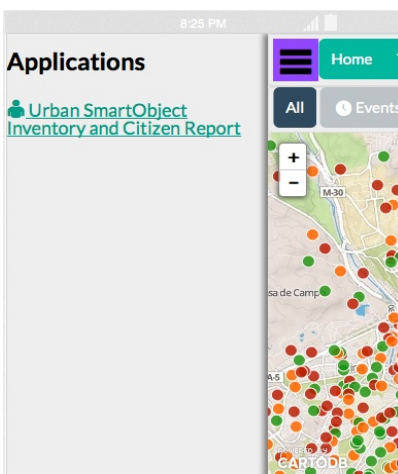


Ilustración 37. Conexión directa a la función «Urban SmartObjetscs»

8. CONCLUSIONES

Las TIG y particularmente los Sistemas de Información Geográfica son herramientas indispensables en una amplia gama de actividades y su implementación ya ahora bien establecida en el ámbito empresarial y en los organismos gubernamentales continúa creciendo. Las tendencias llevan a predecir que el paso siguiente de los SIG será a nivel de toda la sociedad, volviéndose parte tan integral de nuestras vidas como lo son los ordenadores en la actualidad (Tomlinson, 2008). Al igual que los SIG han cambiado de manera importante los negocios cotidianos de muchas organizaciones, las aplicaciones en la Web basadas en SIG ya han aportado y están aportando cambios positivos en la vida diaria de la gente.

Los servicios web y la arquitectura orientada a servicios (SOA, por sus siglas en inglés) están facilitando el acceso público al conocimiento disponible antes solo para los especialistas en SIG. Gracias a los avances tecnológicos y de Internet se está evolucionando actualmente y dirigiéndose a la sociedad en general (Tomlinson, 2008). La Información Geográfica Voluntaria y las dinámicas de participación pública junto con expertos en tecnologías y sistemas de geoinformación son claros ejemplos de esa tendencia. En este documento se ha presentado el potencial y valor de la información geográfica generada por el usuario como estrategia para la adquisición de datos, la generación de conocimiento y para la resolución de problemas de forma colaborativa y distribuida, sirviéndose del trabajo e inteligencia colectiva. También se presentaron algunas plataformas tecnológicas de *crowdsourcing* para la creación de nuevos productos informáticos, cuyos modelos, requisitos específicos del sistema y para la obtención de datos, hacen viable este tipo de estrategia.

En el último apartado del trabajo se presentó la propuesta de una plataforma web de *crowdsourcing* de datos para un caso de uso específico aplicado a la gestión

de reportes públicos para la monitorización y mantenimiento de infraestructura urbana. Incorporar el modelo de *crowdsourcing* en esa temática particular constituyó un recurso útil para crear datos acerca del medio físico mediante el uso de teléfonos inteligentes y su amplio conjunto de sensores (*NFC*, *GPS*) y capacidades (Internet, audio, video, etc.). Este modelo también permite adquirir y compartir conocimiento local de las personas, lo que mejora y facilita su colaboración sobre este tipo de plataformas que plantean funcionar como un observatorio urbano ciudadano.

Se implementó una plataforma que demuestra la utilidad de la tecnología y etiquetas *NFC* para acceder a un sistema web optimizado para dispositivos móviles, consultar y procesar datos sobre objetos urbanos inteligentes inventariados y reportar problemáticas a la administración local. También se mostró la capacidad de integrar en la plataforma reportes generales y eventos geolocalizados, al igual que entradas de datos de redes sociales, habilitando así una mayor conectividad, comunicación y colaboración entre ciudadanos y autoridades gracias al uso de estrategias de *crowdsourcing* para manejar entidades geográficas y sus atributos.

Por último, durante este trabajo se pudo entender como la Información Geográfica Voluntaria muchas veces tiene como objetivo principal obtener datos adaptados para un propósito específico, por lo que esta actividad logra cambiar el foco sobre la información a cartografiar o datos a analizar, mas cercano a las necesidades e intereses de información de la sociedad en general. La interpretación del espacio geográfico se vuelve más inclusiva y no limitada al análisis y la cartografía tradicional realizada por organismos oficiales que deben responder a varios intereses. También, la ciencia como constructo social donde investigadores, centros de investigación, universidades, gobiernos etc. forman parte de la dinámica de distintas relaciones y grupos de poder, pueden llevar a un sesgo donde el conocimiento científico obtenido no sea del todo objetivo. Como ventaja, las

actividades de ciencia ciudadana junto con la Información Geográfica Voluntaria involucran con mayor éxito a la población en la actividad científica y sus objetivos de producción de conocimiento garantizan el satisfacer las necesidades de los ciudadanos, empoderando a la ciudadanía y abriendo la caja negra dentro de la cual algunas investigaciones científicas crean conocimiento. Las relaciones sociales de poder se pueden equilibrar al lograr mayor transparencia y acercamiento del conocimiento científico a los ciudadanos. Plataformas de *crowdsourcing* que permitan mayor participación, implicación y análisis avanzado de datos a los usuarios serán cada más valiosas dentro de paradigmas colaborativos como «Open Data» y la ciencia posnormal.

9. LINEAS FUTURAS

Los avances y herramientas tecnológicas evolucionan con gran rapidez por lo que es necesario estar en constante investigación, actualización y seguimiento de proyectos y plataformas de código abierto que sirvan para el *crowdsourcing* de información geográfica. La instalación e implementación de prueba de estas aplicaciones son necesarias para su completa evaluación y la comparación de propuestas según su uso en diferentes temas y la diversidad de datos e información a adquirir por los usuarios. El estudio de estas aplicaciones debe ser constante con el objetivo de conocer las características que faciliten cumplir con los requerimientos de proyectos de gestión de información geográfica particulares y determinar su aplicabilidad.

En cuanto a la plataforma propuesta, para que evolucione positivamente es necesario realizar un plan de pruebas y un estudio de usabilidad sobre la primera versión, con el objetivo de identificar posibles problemas en la interacción con el usuario y mejoras que lleven a incrementar la facilidad de uso y la optimización de la interfaz gráfica. Ya que se pretende que la plataforma pueda ser implementada para cualquier ciudad independiente del país, en una segunda versión es preciso habilitar interacciones plurilingüísticas y adecuaciones a convenciones culturales mediante su internacionalización, por lo que en especial la revisión y modificación de los formularios de reportes es imprescindible.

Otra mejora importante de la plataforma, no difícil de implementar, es visualizar en la sección del mapa, los «tuits» que contengan en sus metadatos información sobre su geolocalización. Se habilitaría un cuarto tipo de reporte más general realizado por medio de «Twitter», sin embargo la estructura de la información no sería del todo homogénea como en el caso en que se utilizan formularios, presentándose algunos inconvenientes.

También, como herramientas futuras a implementar sobre la plataforma se contempla el diseño de técnicas de filtrado y procesamiento de datos para extraer información útil como insumo o capas de entrada para análisis espacial y SIG. Por ejemplo, los datos adquiridos en la plataforma permiten realizar el rastreo y seguimiento de los reportes o problemas en función de su distribución espacial y su variable temporal utilizando los registros de la base datos según la fecha de ingreso. Lo anterior facilitaría las actividades de logística y planeación en departamentos de infraestructura y desarrollo urbano, la obtención de estadísticas por zonas o unidades geográficas, la generación de gráficas, visualizaciones interactivas y la clasificación utilizando algoritmos de agrupamiento de la información integrada vía «Twitter» para la minería de datos.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buss, T. F. & Redburn F. S., 2006. Information Technology and Governance. In *Modernizing Democracy: Innovations in Citizen Participation*. Terry F. Buss, F. Stevens Redburn, and Kristina Guo, eds. Armonk, New York: M.E. Sharpe, 2006.
- Canneyt, S. V., Schockaert, S., Laere, O. V. & Dhoedt, B., 2011. Time-Dependent Recommendation of Tourist Attractions using Flickr. In *Belgian/Netherlands Artificial Intelligence Conference*.
- Chatfield, A.T. & Brajawidagda, U., 2014. Crowdsourcing hazardous weather reports from citizens via twittersphere under the short warning lead times of EF5 intensity tornado conditions. In *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. IEEE Computer Society, pp. 2231–2241.
- Dodson, B., Bojinov, H. & Lam M.S., 2009. Touch and Run with Near Field Communication (NFC). Disponible en: <http://mobisocial.stanford.edu/papers/nfc.pdf>. [Visto el 10 de Julio de 2014].
- Erickson, T., 2010. Geocentric Crowdsourcing and Smarter Cities: Enabling Urban Intelligence in Cities and Regions. In *Workshop paper from the First international workshop on ubiquitous crowdsourcing, at the 12th ACM international conference on Ubiquitous computing, UbiComp'10*.
- Franklin, C. & Hane P., 1992. An Introduction to geographic information systems: linking maps to databases. *Database*, 15(2), pp.12–21.
- Funtowicz, S.O. & Ravetz, J.R., 2000. La ciencia posnormal: ciencia con la gente. *Icaria Editorial, Antrazyt Series*, 109 pp.
- Gómez-Barrón, J.P., Manso, M.A., Alcarria, R. & Gómez-Pérez, R., 2014. A Mobile Crowdsourcing Platform for Urban Infrastructure Maintenance. In *The Eighth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (IMIS)*, July 2-nd to July 4-th, 2014, Birmingham City University, Birmingham, UK pp.358-363.
- Goodchild, M.F., 2007. Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69(4), pp.211–221.
- Goodchild, M.F. & Li, L., 2012. Assuring the quality of volunteered geographic information. *Spatial Statistics*, 1, pp.110–120.

- Goodspeed, R., 2008. Citizen participation and the Internet in urban planning. (*Unpublished master's thesis*). University of Maryland, College Park, MD.
- Haklay, M., 2013. Citizen Science and Volunteered Geographic Information: Overview and Typology of Participation. In D. Sui, S. Elwood, & M. Goodchild, eds. *Crowdsourcing Geographic Knowledge*. Springer Netherlands, pp. 105–122.
- Howe, J., 2008. *Crowdsourcing: Why the Power of the Crowd Is Driving the Future of Business*. Crown Publishing Group, 336 pp.
- ITU, 2014. The World in 2014: ICT Facts and Figures. *International Telecommunication Union*. Disponible en: <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2014-e.pdf>. [Visto el 15 de Julio de 2014].
- Meier, P., 2009. A Brief History of Crisis Mapping (Updated). Disponible en: <http://irevolution.net/2009/03/12/a-brief-history-of-crisis-mapping/> [Visto el 10 de Julio de 2014].
- OTI, 2013. Case Study: Red Hook WiFi & Tidepools. In *Wireless Networking in the Developing World, 2013*. Disponible en: http://tidepools.co/files/RHlwifi_tidepools_case_study.pdf [Visto el 20 de Junio de 2014].
- Oxera, 2013. What is the economic impact of Geo services ? *Summary report Prepared for Google*. Disponible en : http://www.oxera.com/Oxera/media/Oxera/downloads/reports/What-is-the-economic-impact-of-Geo-services_1.pdf. [Visto el 20 de Junio de 2014].
- Papadopoulou, C.-A. & Giaoutzi, M., 2014. Crowdsourcing as a Tool for Knowledge Acquisition in Spatial Planning. *Future Internet*, 6(1), pp.109–125.
- Richter, K.F. & Winter, S., 2011. Citizens as database: Conscious ubiquity in data collection. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. pp. 445–448.
- Rinner, C., Keßler, C. & Andrulis, S., 2008. The use of Web 2.0 concepts to support deliberation in spatial decision-making. *Computers, Environment and Urban Systems*, 32(5), pp.386–395.
- Tomlinson, R., 2008. Pensando en el SIG: Planificación del Sistema de Información Geográfica Dirigida a Gerentes. *Esri Press, United States of America*, 257 pp.
- Trejo-Pulido A., 2013. Open Smart Cities I: La Internet de las Cosas de Código Abierto. *Observatorio Nacional del Software de Fuentes Abiertas*. Disponible en: http://observatorio.cenatic.es/index.php?option=com_content&view=article&id=803:o

pen-smart-cities-i-la-internet-de-las-cosas-abierto&catid=94:tecnologia&Itemid=137
[Visto el 10 de Junio de 2014].

UN-GGIM, 2013. Future trends in geospatial information management: the five to ten year vision. *Ordnance Survey & UN Committee of Experts on Global Geospatial Information Management*.

Walravens, N. & Ballon, P., 2011. The city as a platform: Exploring the potential role(s) of the city in mobile service provision through a mobile service platform typology. In *Proceedings - 2011 10th International Conference on Mobile Business, ICMB 2011*. pp. 60–67.

Ziegler, C.N. & Golbeck, J., 2007. Investigating interactions of trust and interest similarity. *Decision Support Systems*, 43(2), pp.460–475.